

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

«На правах рукопису»

УДК 62-1/-9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гондляр О.В.

« _____ » _____ 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

на тему: Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування

виконав студент 2 курсу, групи ЛУ-81мп

Вишневський Роман Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник _____ ктн. доц. Шаповал А.А. _____

Консультант (модернізація) _____ проф. Щербина В.Ю. _____

Консультант (ТМ та Е) _____ ст. викл. Борщик С.О. _____

Консультант (механотроніка) _____ доц. Левченко О.В. _____

Рецензент _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

Київ 2019 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях
«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Вишневському Роману Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування

Науковий керівник дисертації _____ ктн. доц. Шаповал А.А. _____,

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: Процес фасування і пакування пастоподібних продуктів

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): Пакувальна ємність 0,4...0,5 кг, Швидкість полотна пакування 1 м/хв, Продуктивність 336 кг/год, Вид пакувальної тари - пакет, Матеріал тари - поліетилен, Товщина матеріалу тари 0,2 мм, Ширина матеріалу тари 320 мм, Установлена потужність 6 кВт, габарити: довжина 3200 мм ,ширина 725 мм, висота 1800 мм.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Магістерська дисертація включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Опис технологічної схеми виробництва мастики для підлоги на основі силікону», «Технічні характеристики базової машини», «Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації», «Розрахунки», «Охорона праці», «Технологія монтажу та експлуатації», «Механотроніка», «Стартап-проект», «Висновки», «Перелік посилань».

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

ЛУ81мп.025163.000-90ВЗ – Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів;

ЛУ81мп.025165.001-90ТС – Технологічна схема виробництва мастики для підлоги на основі силікону;

ЛУ81мп.025162.002-90СК – Формувальний барабан;

ЛУ81мп.025162.003-90СК – Дозатор;

ЛУ81мп.025163.004-90ВЗ – Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування;

ЛУ81мп.025160.005-90ПЛ – 3D моделі формувального барабану базової та модернізованою конструкції;

ЛУ81мп.025160.006-90ПЛ – Результати розрахунків НДС формувального барабана базової та модернізованої конструкції;

ЛУ81мп.025160.007-90ПЛ – Автоматизація машини фасування і пакування пастоподібних продуктів.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

Тези на X Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Удосконалення термоформуальної машини» (12-13 грудня 2019р.);

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викл.		
Модернізація	Щербина В.Ю., доц.		
Автоматизація	Левченко О.В., доц.		
Перевірка на оригінальність	Щербина В.Ю., доц.		

9. Дата видачі завдання _____

РЕФЕРАТ

УДК 621.798.4

Магістерська дисертація «Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування»/ Р. О. Вишневський. КПІ ім. Ігоря Сікорського; н. керівник А. А. Шаповал. Загальний обсяг роботи становить ____ с., ____рис., ____табл., ____дод., ____ посилань. Графічна частина проекту включає ____ креслень формату А3.

Об'єкт дослідження проекту полягає в описі процесу в якому приймає участь автомат для фасування і пакування пастоподібних продуктів

Предмет дослідження проекту: механічний стан машини фасування і пакування пастоподібних продуктів.

Мета проекту: модернізація вузла термоформування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів та дослідження фізичних параметрів пакувального обладнання для підтвердження надійності експлуатаційної придатності.

Результати проекту. Отримані результати дослідження механічного стану машини з метою визначення працездатності вибраної модернізації вузла термоформування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів за допомогою розроблення числової моделі вузла термоформування. Відповідність розроблюваного автомата вимогам охорони праці, рекомендації для монтажу та експлуатації обладнання, розроблено стартап проект, також було запропоновано схему автоматизації.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному: Розробка в середовищі Solidworks твердотільних моделей базової та модернізованої конструкцій та виконання відповідних складальних креслень.

За темою магістерської дисертацією опубліковано друковану працю – тези доповідь у збірниках доповідей науково-технічних конференцій.

МАШИНА ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ, ШНЕК, ФАСУВАННЯ, ПАКУВАННЯ, ДОЗАТОР, ТЕРМОФОРМУВАННЯ, ПОЛІЕТИЛЕН, БАРАБАН, ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

UDK 621.798.4

Master's thesis "Machine of prepacking and packing of pasty products with modernization of thermoforming unit" / R. O. Vishnevskiy. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; scientific director A. A. Shapoval. The total amount of work is ____ pages, ____ fig., ____ tables, ____ appendix, ____ reference. The graphic part of the project includes ____ A3 drawings.

The object of the project research is to describe the process in which a vending machine for prepackaging and packaging of pasty products is involved

Subject of the project research: mechanical condition of the machine of prepacking and packing of pasty products.

The objective of the project: modernization of the unit of thermoforming of the machine of prepacking and packing of pasty products and investigation of the physical parameters of the packaging equipment to confirm the reliability of operational suitability.

Project results. The results of the study of the mechanical condition of the machine were obtained in order to determine the efficiency of the selected modernization of the thermoforming unit of the machine of prepacking and packing of pasty products by developing a numerical model of the thermoforming unit. Compliance of the developed machine with the requirements of labor protection, recommendations for installation and operation of equipment, created a startup project, and offered a scheme of automation.

The practical significance of the results obtained is as follows:
Development of solid state models of basic and upgraded structures in Solidworks environment and execution of corresponding assembly drawings.

On the topic of the master's thesis the printed work - theses is published report in the proceedings of scientific and technical conferences.

MACHINE FOR PREPACKING AND PACKING, SCREW, PACKING, PACKAGING, MEASURER, THERMAL FORMING, POLYETHYLENE, DRUM, NUMERICAL SIMULATION.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	10
ВСТУП.....	12
1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МАСТИКИ ДЛЯ ПІДЛОГИ НА ОСНОВІ СИЛІКОНУ	13
2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ.....	15
3 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ПОШУК МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ.....	17
3.1 Літературний та патентний огляд стану питання	17
3.2 Патентний огляд конструкції вузла термоформування	17
3.3 Патентний огляд конструкції вузла дозування	21
4 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОНОВАНИХ МОДЕРНІЗАЦІЙ.....	25
4.1. Обґрунтування запропонованої модернізації вузла термоформування ...	25
4.2. Обґрунтування запропонованої модернізації дозатора пастоподібних продуктів	26
5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ.....	27
5.1 Кінематичні розрахунки	27
5.1.1 Кінематичні розрахунки параметрів	27
5.1.2 Швидкості валів тягнучого пристрою.....	31
5.2 Параметричні розрахунки	32
5.2.1 Вибір електродвигуна	32
5.2.2 Розрахунок клинопасової передачі	40
5.2.3 Розрахунок продуктивності	42

5.3 Теплові розрахунки	43
5.3.1 Розрахунок нагрівання плівки перед формуванням	43
5.3.2 Розрахунок охолодження після формування	44
5.4 Розрахунки на міцність	45
5.4.1 Розрахунок урухомного вала	45
6 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ	48
6.1 Технологія зборки нагрівального валу	48
6.2 Технологія монтажу машини	59
6.3 Технологія монтажу та експлуатації машини	70
7 АВТОМАТИЗАЦІЯ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ	72
7.1 Опис роботи термоформувальної машини	72
7.2 Система 1-го класу складності	74
8 СТАРТАП ПРОЕКТУ	82
8.1 Опис ідеї стартап проекту	82
8.2 Технологічний аудит ідеї стартап проекту	84
8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту	85
8.4 Розроблення ринкової стратегії стартап проекту	85
9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	88
10 МОДЕРНІЗАЦІЯ ВУЗЛА ТЕРМОФОРМУВАННЯ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ	97
10.1 Розробка 3D моделей базової і модернізованої конструкцій формуального барабана машини фасування і пакування	97
10.2 Розрахунки на міцність базової конструкції формуального барабану. Визначення запасу міцності	98
10.3 Розрахунки на міцність модернізованої конструкції формуального барабану. Визначення запасу міцності	102

10.4 Підтвердження працездатності модернізованого вузла формувального барабану	106
ВИСНОВКИ.....	107
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	109
ДОДАТОК А ТАБЛИЦЯ РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ	111
ДОДАТОК Б. КРЕСЛЕННЯ І ПЛАКАТИ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК В. СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК В. КОПІЇ ПАТЕНТІВ І ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ.....	Ошибка! Закладка не определена.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

N – потужність, Вт;
 Q – продуктивність, шт/год;
 n – частота обертання, об/хв;
 ω – кутова швидкість, рад/с;
 v – швидкість, м/с;
 F – зусилля, Н;
 σ – напруження, Па;
 S – опір, Н;
 δ – товщина, м;
 L – довжина, м;
 D – діаметр, м;
 g – навантаження, Н/м;
 m – маса кг;
 M – крутний момент Н·м;
 R – радіус, м;
 h – висота, м;
 η – коефіцієнт корисної дії;
 f – коефіцієнт тертя;
 z – показник ступеня;
 i – передаточне число;
 $\eta_{\text{зуб}}$ – ККД зубчастої передачі;
 $\eta_{\text{підш}}$ – ККД підшипників;
 $\eta_{\text{муфти}}$ – ККД муфти;
 $P_{\text{вих}}$ – потужність двигуна, кВт;
 $U_{\text{д}}$ – дійсне фактичне передавальне число;
 T – обертовий момент, Н·м;
 E – модуль пружності, МПа;
 μ – коефіцієнт Пуассона;

σ_T – границя плинності, МПа;

σ_B – границя міцності, МПа;

P - зусилля, Н;

T - крок пакувань;

C_p - питома теплоємність, ;

i' - ентальпія;

W - потужність нагрівачів, кВт;

G - критерій Грасгофа;

β - температурний коефіцієнт об'ємного розширення;

Nu - критерій Нуссельта;

Bi - критерій Біо;

ВСТУП

З розвитком економічних відносин в світі і розширенням виробництв постає необхідність впровадження нового обладнання та технологій, які будуть підвищувати продуктивність і якість продукції. Оскільки люба продукція потребує швидкого і якісного упакування, то є необхідність в удосконаленні машин виробництва, упакування, фасування цих продукцій.

У даній роботі розглядається машина фасування і пакування пастоподібних продуктів, яка розташована у лінії виробництва мастики для підлоги.

Об'єктом дослідження проекту є опис процесу в якому приймає участь машина фасування і пакування пастоподібних продуктів.

Мета проекту: модернізація вузла термоформування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів та дослідження фізичних параметрів пакувального обладнання для підтвердження надійності експлуатаційної придатності.

Предметом дослідження магістерського проекту являється детальне вивчення машини фасування і пакування пастоподібних продуктів та розрахунок певних її вузлів. Особливістю розглянутої машини в даному проекті полягає в формуванні упаковки за допомогою термоформувального барабану.

На базі підборки авторських патентів, які мають відношення до машини, що проектується, зроблені висновки, що найбільш доцільним для модернізації є вузол термоформування. Зміна термоформувального барабану буде економічно вигідним порівняно з механізмом базової машини, оскільки це дозволить збільшити продуктивність і якість упаковки.

Для усунення існуючих недоліків необхідна модернізація діючого обладнання, сутність якої полягає в тому, що було змінено термоформувальний барабан та порядок операцій зі зміною конструкції.

Для підвищення точності дозування було удосконалено вертикальний шнековий дозатор по попередньо зробленому патентно-літературного дослідження.

1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МАСТИКИ ДЛЯ ПІДЛОГИ НА ОСНОВІ СИЛКОНУ

Мастика для підлоги на силіконі є пастоподібною масою, що складається з воску, твердих вуглеводнів нафти, органічних розчинників і невеликої кількості барвника і силіконового препарату. Виробництво мастики складається з наступних стадій:

1. Підготовка сировини і матеріалів.
2. Приготування розчину кремнь-органічних речовин в бензині.
3. Приготування суміші воскоподібних речовин з фарбником.
4. Розфасовка і упакування.

На рис.1.1 показано технологічну схему виробництва мастики.

Віск і тверді вуглеводи подрібнюють на дрібні шматки і очищають від забруднення шляхом розплавлення в металічних бочках, що мають паро-нагрівачі. В котел 1 з паровою сорочкою завантажують рецептурну кількість бензина, включають обігрів і мішалку і нагрівають бензин до $40-50^{\circ}\text{C}$, а з тим при перемішуванні завантажують кремнь-органічні з'єднання (поліметилсилоксанову рідину ПМС-200а). Перемішування ведуть до одержання однорідної рідини.

В котел 2 з паровою сорочкою і мішалкою завантажують рецептурна кількість воскоутворених речовин (віск бджолиний, віск монтан, парафін, церезин, стеарин), включають обігрів і нагрівають вміст котла до $90-95^{\circ}\text{C}$. Перемішування ведуть до отримання однорідної суміші.

У отриману однорідну суміш восків поступово при перемішуванні завантажують барвник і продовжують перемішування до отримання однорідно пофарбованої суміші, а потім з першого котла в цю суміш поступово заливають підготовлену суміш ПМС-200а в бензині. Після перемішування завантажують віддушку і ще раз перемішують весь склад при температурі $70-75^{\circ}\text{C}$. Потім змістилися. охолоджують до $45-50^{\circ}\text{C}$ і перекачують в бункер розливного і фасувального апарату 3.

Розфасовка і упаковка проводиться на фасувальних автоматах з наступним охолодженням в холодильних камерах 5.

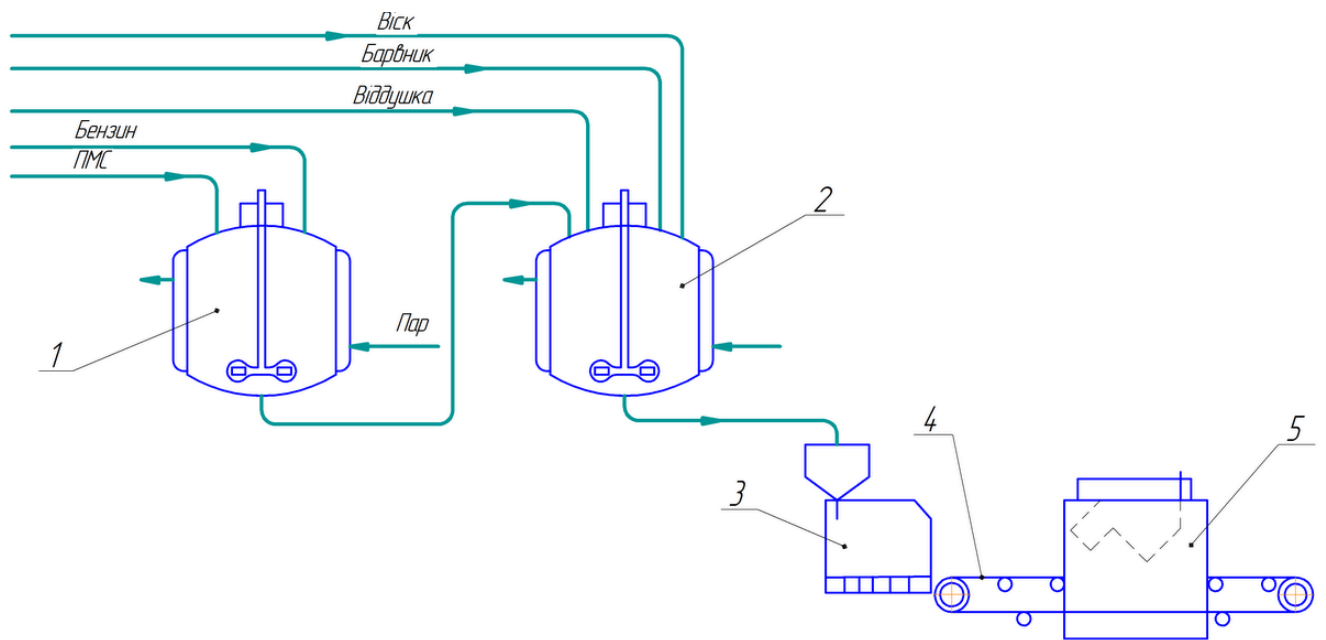


Рисунок 1.1. Технологічна схема виробництва мастики для підлоги на основі силікону

1 – Котел з паровою сорочкою; 2 – Котел з паровою сорочкою і мішалкою; 3 Апарат для розливу і фасування ; 4 - живильник стрічковий; 5 –Холодильна камера

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

Автомат пакувальний (Рис.2.1) являє собою рамну конструкцію 10, у середині якої встановлені механічні вузли. Рулон поліетиленової плівки встановлюється на механізм розмотування 4 і заправляється між дозуючим барабаном 2 і дозатором 9, а стрічка з рулонотримача 5 подається зверху. Від електродвигуна 14 через редуктор 12 через паскову передачу 15 обертання передається до дозуючого барабана[1,2].

Під час проходження комірок барабана під дозатором 9 їх внутрішня порожнина сполучається через канали дозуючого пристрою з вакуум-насосом 13. Безкінечна еластична стрічка 6 з прилягаючою до неї стрічкою термосклеюючого матеріалу втягується в комірки барабана і утворює мірні ємності, в які під дією гравітаційних сил і сили надлишкового атмосферного тиску потрапляє дозуючий матеріал.

Потім мірні ємності виходять і завантажувальної камери і стрічка з рулонотримача 5 накриває їх, а транспортер 3 притискає до барабана 2. При подальшому обертанні барабана 2 скидається вакуум в його внутрішню порожнину, при цьому стрічки з обох рулонотримачів виходять на горизонтальних рух транспортера 3, а ролики 7 утворюють по їх краях поздовжні і поперечні шви між дозами матеріалу. Ножми 8 відбувається різання полотна на пакети вздовж і впоперек. Після розрізання пакети по сковуючому жолобі випадають з автомата.

Автомат має пульт керування. До пульта керування подаються сигнали:

- датчиків температури, що підтримують необхідну температуру нагрівальних валів;
- термостатичного термометра, що підтримує постійну температуру продукту, що пакується.

З пульта керування здійснюється включення всього автомата, регулювання дозуючого пристрою, а також елементів автоматики (шляхових вимикачів, реле часу і т.д.). Автомат постачений пристроєм для рахунку кількості готових пакувань.

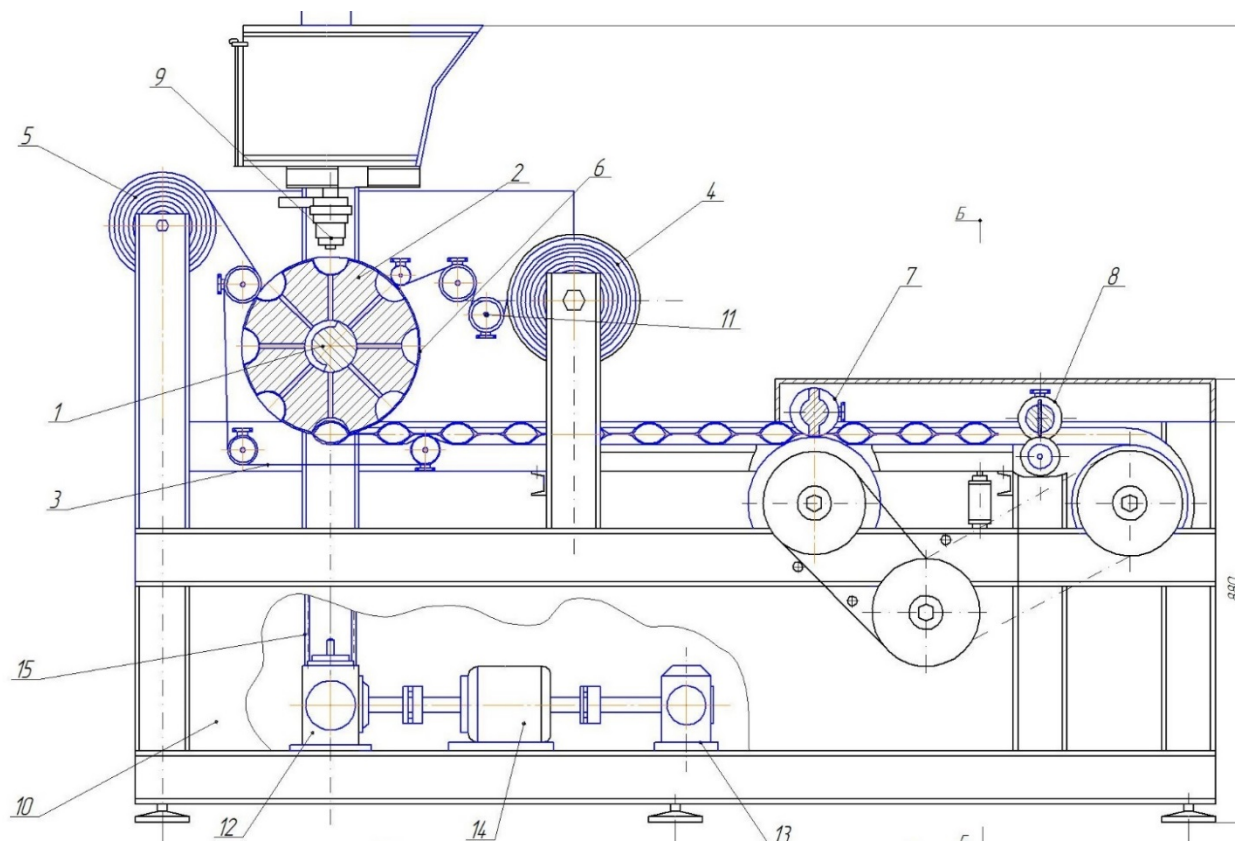


Рисунок 2.1 – Пакувальний автомат

Технічні характеристики розглянутої машини представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Технічні характеристики машини пакування і фасування пастоподібних продуктів

Пакувальна ємність, кг	0,4...0,5
Швидкість полотна пакування, м/хв	1
Продуктивність, кг/год	336
Вид пакувальної тари	пакет
Матеріал тари	поліетилен
Товщина матеріалу тари, мм	0,2
Ширина матеріалу тари, мм	320
Установлена потужність, кВт	6,0
Габарити, мм	Довжина - 3200 Ширина - 725 Висота - 1800

3 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ПОШУК МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ

3.1 Літературний та патентний огляд стану питання

В основу проекту покладена розробка вузла машини фасування і пакування пастоподібних продуктів, котра включає в себе автомат пакувальний вакуум-формувочний, призначений для пакування пастоподібних середовищ.

Автомат заправляється двома рулонами пакувального матеріалу (поліетиленом, поліпропіленом). Нижній рулон служить для вакуумного формоутворення пакування, верхній рулон для герметичного вкриття пакування. Під час літературного огляду було досліджено джерела [1,2,3,4,5] і виявлено основні недоліки даної машин. До основних недоліків можна віднести упаківка потрапляє на конвеєр перевернутою, із-за наявності дозатора над формувальним барабаном сильно зменшується продуктивність, можливість потрапляння дозуючого матеріалу на місця спаювання, низька продуктивність.

Основним об'єктом патентного пошуку є пошук нових ідей для вузла термоформування, який дасть можливість одночасно вирішити існуючі недоліки та збільшити якість пакування і продуктивність машини пакування і фасування пастоподібних продуктів.

Додаткова мета роботи – за допомогою патентного пошуку знайти нові ідеї для дозатора пастоподібних продуктів, який підвищить точність дозування.

3.2 Патентний огляд конструкції вузла термоформування

Для прийняття вірного рішення розробки вузла термоформування пакувальної машини було розглянуто ряд можливих умов. Виходячи з них було розглянуто декілька патентів.

В патенті [6] було розглянуто пристрій, що містить механізм подачі і протяжки плівки, завантажуючи пристосування, механізм формування поздовжніх швів з нагрівальним елементом, механізм утворення поперечних швів

з відрізним елементом і приводом. Для зручності в експлуатації було зроблено завантажувальний пристрій в виді рами з можливістю переміщення відносно механізму утворення поперечних швів. Виконано для підвищення зручності в експлуатації, збільшення діапазону розмірів пакетів.

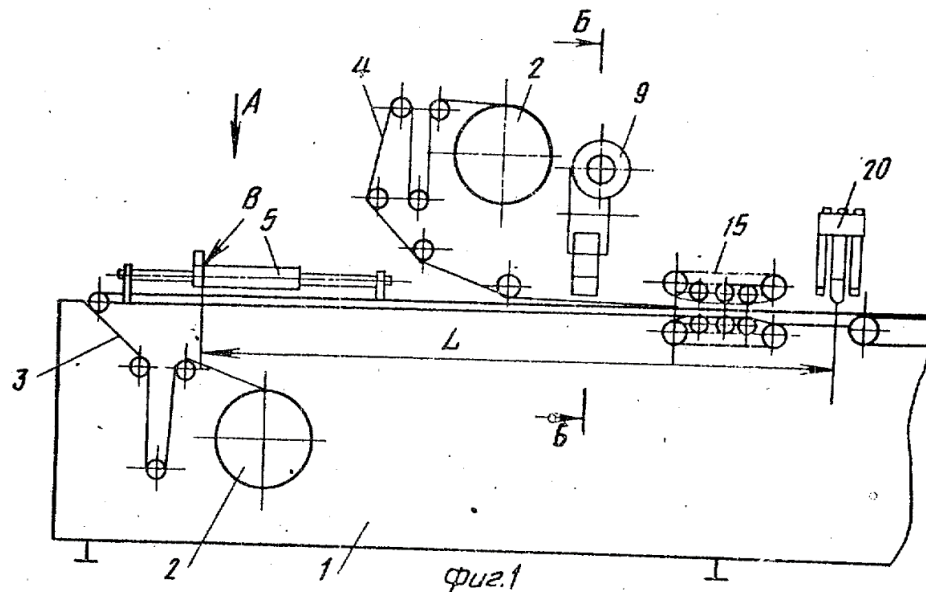


Рисунок 3.1 – Пакувальна лінія

В патенті [7] розглянуто Пристрій для пакування містить 2 рулонотримачі, механізм формування поздовжніх і поперечних швів, перед механізмом поздовжніх швів встановлені 2 підпружинені ролики, а механізм подачі плівки оснащений пристосуванням для зажиму і натягування. а механізм крокової подачі плівки оснащений двома симметрично розміщеними поздовжньою осі плівок пристосуваннями для їх зажиму і натягу. Це допомагає підвищити якість пакувань.

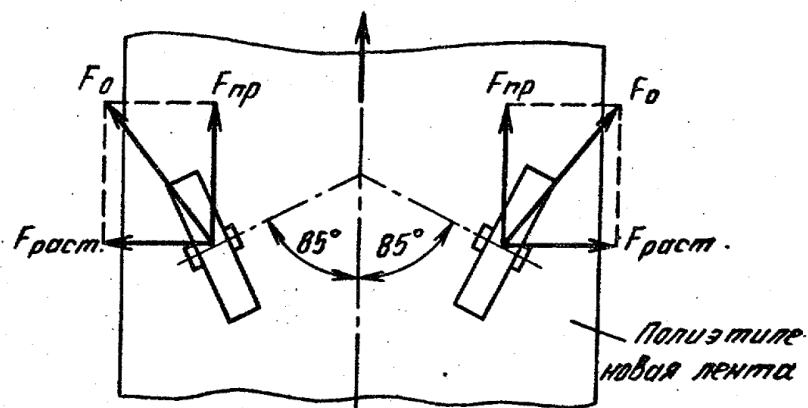


Рисунок 3.2 – Пристосування для зажиму

В даному патенті [8] описано спосіб упаковки в таку обгортку ,де продукт поміщують на першому листі, що рухається в напрямленні транспортування, при цьому продукт покривають другим листом, який рухається в тому ж напрямленні. При цьому один з листів попередньо формують для розміщення навколо продукту, до контакту з ним. З'єднують обидва листи разом при русі продукту.

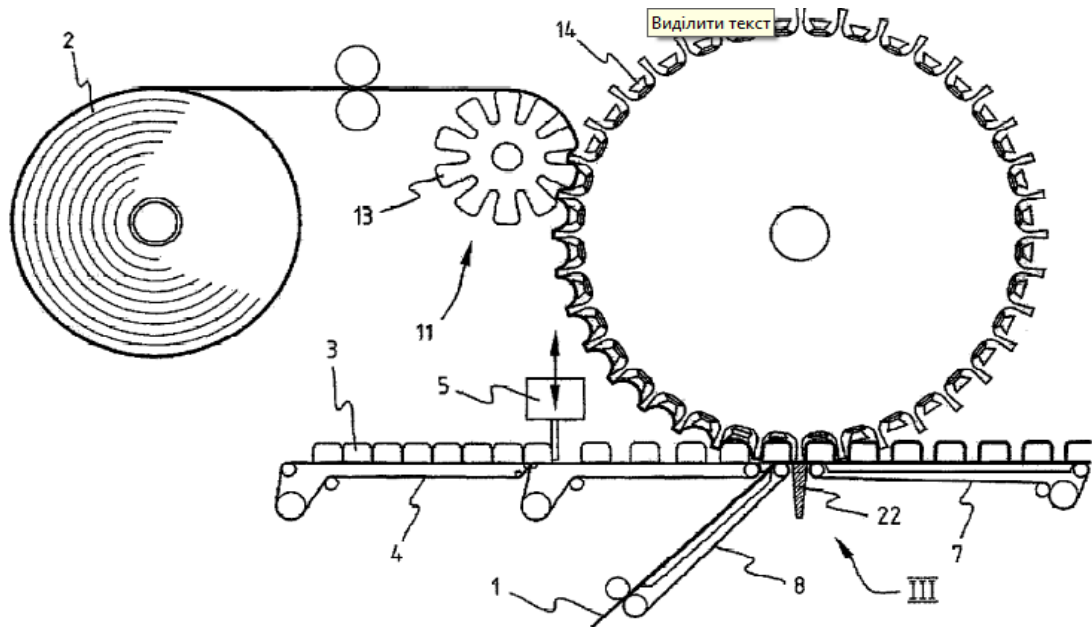


Рисунок 3.3 – Пакувальний автомат

В патенті [9] описаний спосіб пакування виробу полягає в накриванні виробу блістером, розміщенні прокладки між підкладкою і виробом, з'єднанні підкладки з прокладкою термозварюванням і з'єднання прокладки з блістером ультразвуковим зварюванням.

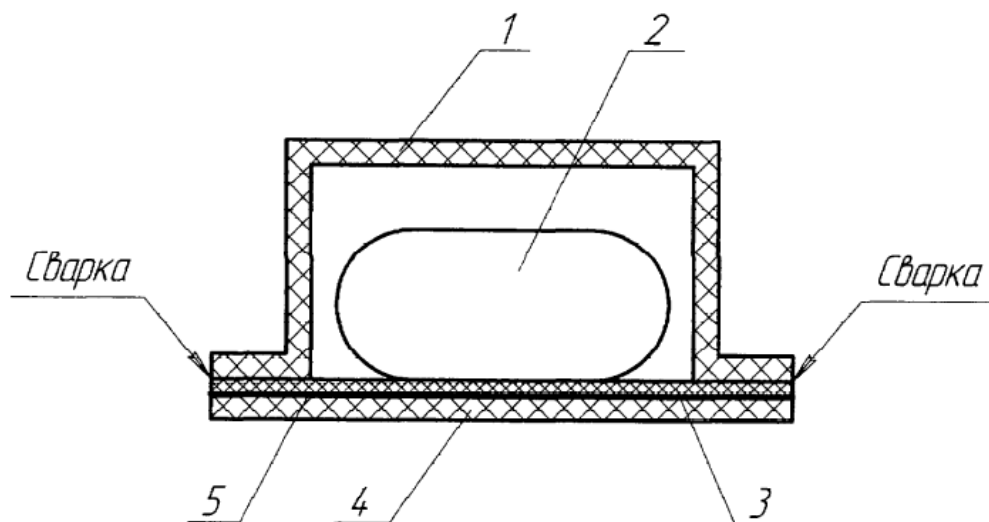


Рисунок 3.4 – Вид пакування

Патент [10] описує форму для формування листових термопластичних заготовок під дією різності тиску, що містить матрицю з поверхнею і притискним буртом, притискну рамку, електронагрівним замкнутим ножом, підключений до джерела і розміщений по контуру притисного бурту матриці, яка відрізняється тим, що з метою підвищення якості виробів, що мають глибокі поднутрення, вона забезпечена для під'єднання ножа до джерела питания для розігріву до температури плавлення термопластичного матеріалу електровимикача, встановленим оформляє поверхні матриці відрізка, що оформляючому поднутренієм.

Форма чудово підходить для пакування пастоподібних продуктів і є простою та дублюючою. Це дає можливість збільшити многократно продуктивність в результаті збільшення кількості форм за одну операцію. При горизонтальному, відмінно від барабанного вакуумоформування, більш якісне зварювання, оскільки матеріал не потрапляє на місця зварювання.

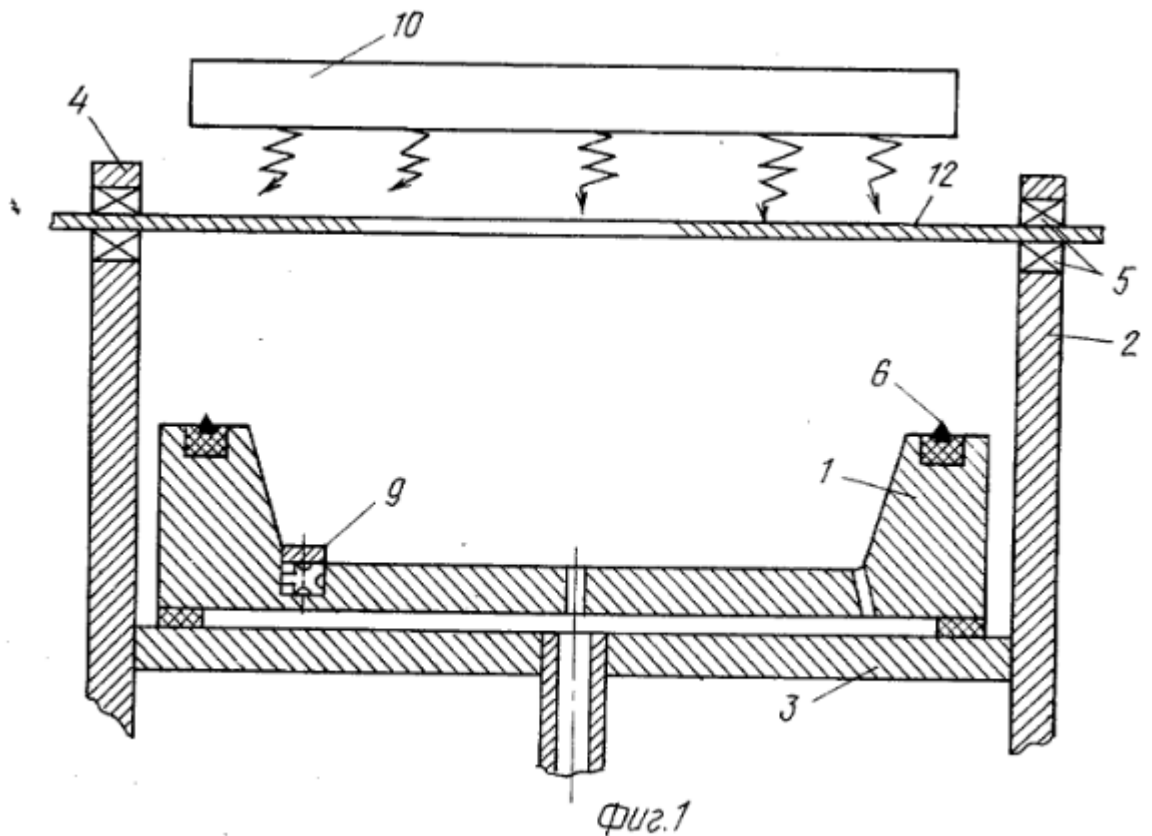


Рисунок 3.5 – Форма для формування

У патенті [11] описано спосіб формування полімерних пакетів при безперервному русі обертової термоформуальної машини, що має порожнини 11 на поверхні барабана 10, в якому полотно полімерної плівки втягується за допомогою вакууму і утворює ємності. Ємності після того, як наповнюються закриваються додатковою полімерною плівкою. Яка в свою чергу нагрівається нагрівачем 125 і остиває в порожнинах 11. І виходить на конвеєр 23.

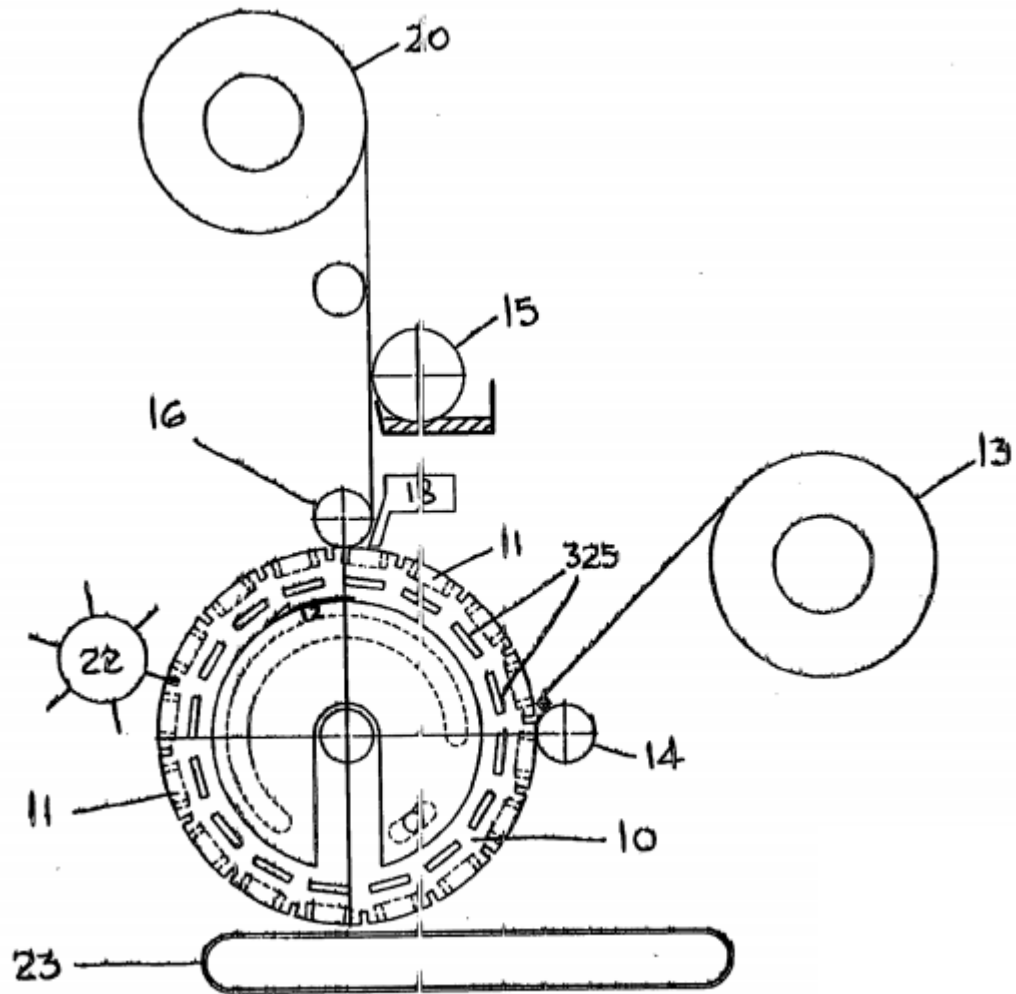


Рисунок 3.6 Термоформуальний барабан

3.3 Патентний огляд конструкції вузла дозування

В патенті [12] розглянутий гвинтовий дозатор. Конструкція якого містить розташований в корпусі шнек з незмінним об'ємом міжвиткового простору (або

об'єму дозування), бункер завантажування і розвантажувальний патрубок. Має особливість - гвинтова спіраль виконана з регульованим кроком, вільно надіта на вал і обмежена нерухомим підпором і рухомим підпором, який може переміщуватись вздовж вала за допомогою механізму. **Відрізняється** тим, що на поверхні вала по всій його довжині під кутом, виконана гвинтова канавка, з якою своїм виступом взаємодіє жорстко з'єднана з гвинтовою спіраллю кругла шайба рухомого підпору. Мета винаходу підвищити продуктивність гвинтового дозатора.

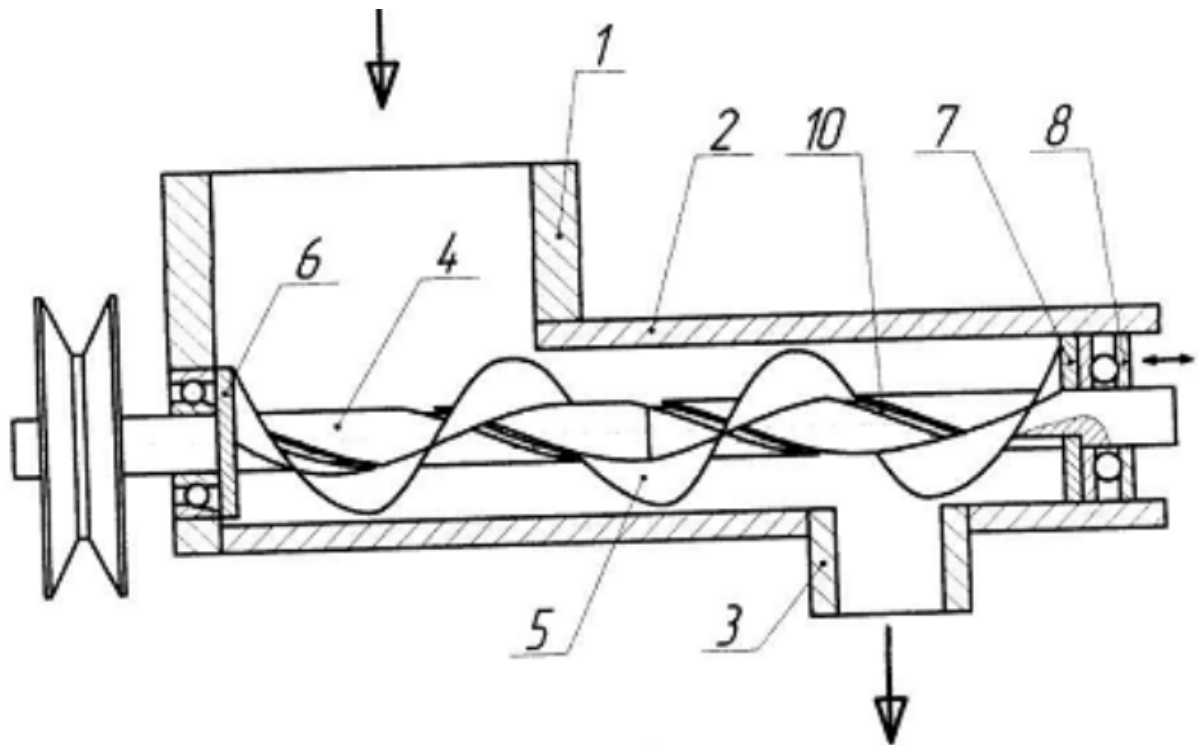


Рисунок 3.7 Гвинтовий дозатор

В патенті [13] розглянуто дозатор-змішувач, основні елементи якого бункер, що має завантажувальну і вивантажувальну горловину, а на дні розташований шнек з змінним діаметром. Ділянка більшого діаметра розташована над вивантажувальною горловиною. Відрізняється тим, що завантажувальна горловина бункера складається з секцій які регулюються шиберами і розташована над ділянкою шнека там де менший діаметр, при цьому вал шнека на ділянці меншого діаметра є порожнистим, а на ділянці більшого діаметра виконаний в вигляді вала конічної форми, з великою основою до вивантажувальної горловини, та спіралі, що обвиває конічний вал, причому вал установлений з можливістю

переміщення уздовж осі обертання шнека. Вивантажувальна горловина оснащена одною регульованою заслінкою.

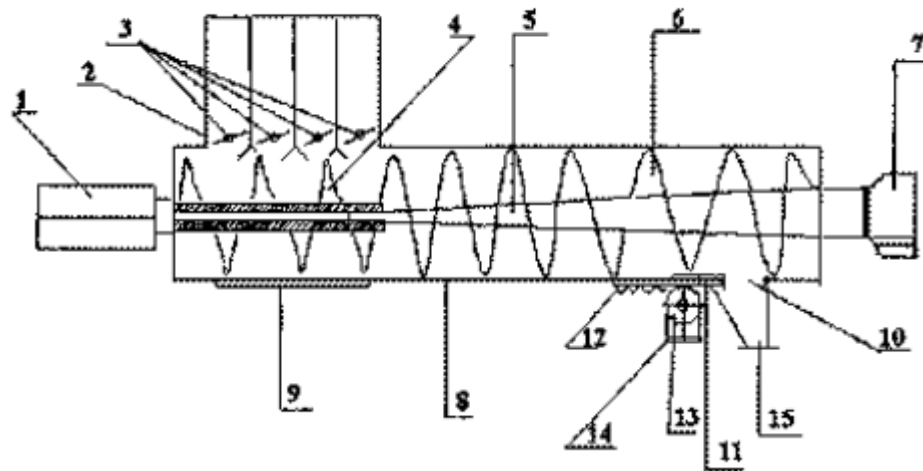


Рисунок 3.8 Дозатор-змішувач

В патенті [14] конвеєр містить шнек (1) і охоплює його кожух (2). на внутрішньої поверхні кожуха виконані поздовжні ребра (3), розташовані похило до поздовжньої осі кожуха. Кут нахилу ребер дорівнює куту спуску спіралі шнека. Підвищується продуктивність конвеєра.

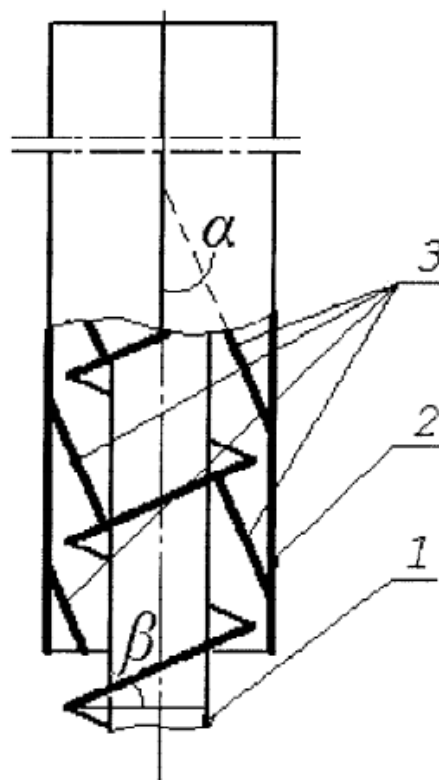


Рисунок 3.8 Пристрій для транспортування густих продуктів

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОНОВАНИХ МОДЕРНІЗАЦІЙ

4.1. Обґрунтування запропонованої модернізації вузла термоформування

Для прийняття вірного рішення модернізації вузла термоформування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів було розглянуто ряд можливих умов. Із розглянутих патентів [6-11] було обрано патент [11].

Базова модель використовує барабанне вакуумне термоформування і запропонована модернізація удосконалює цей метод. Основні переваги цього патенту порівняно з іншими розглянутими в тім, що зберігається беззупинний принцип дії, що дозволяє двигуну працювати без перевантажень, що збільшує довговічність роботи двигуна. А також, найбільш приближена до базової конструкції.

Вибрана модернізація для підвищення якості упакування і продуктивності автомата пропонує внесення наступних змін в базову конструкцію - зміна напрямку обертання термоформувального барбану з перестановкою рулонотримачів і нагрівальних валів, що дозволить плівковому матеріалу огинати більшу протяжність на барабані і тим самим, по-перше, дає можливість збільшити швидкість потоку формування нижньої частини упаковки, по-друге упакування потрапляє на лінію правильно, а не неперевернуто, як у базовій конструкції, що виключає потраплення виробу на зварні з'єднання – підвищить якість упакування. А також перестановка дозатора, який був розташований над барабаном, на лінію конвеєра, дозволить наповнювати упаковку при більшій швидкості барабану і дає більше часу для застигання форми на барабані, отже підвищує продуктивність при збільшенні швидкості. Від другого рулонотримача плівковий матеріал направляється відразу на накривання нижньої форми з дозованим пастоподібним продуктом за допомогою направляючого вала. І відразу відбувається спаювання двох частин упаковки.

Модернізація дозволяє підвищити якість та продуктивність пакування.

4.2. Обґрунтування запропонованої модернізації дозатора пастоподібних продуктів

Для прийняття вірного рішення модернізації дозатора машини фасування і пакування пастоподібних продуктів було розглянуто ряд можливих умов. Із розглянутих патентів [12-14] було обрано патент [14].

Працюватиме шнековий дозатор наступним чином: обертаючись шнек захоплює матеріал з бункеру і переміщує його вниз по спіралі. При цьому ребра виконують двояку роль: по-перше, вони допомагають обертанню матеріалу разом зі шнеком, а по-друге, ребра сприяють переміщенню матеріалу по спіралі, внаслідок чого збільшується його осьова швидкість і, отже, підвищується продуктивність і точність дозатора.

Базова модель дозатора пастоподібних продуктів містить у собі вертикальний шнек, корпус, бункер, головку дозатора і дозуючу камеру. Оскільки, запропонована модернізація із патенту [14] найближче схожа на базову модель і це технічне рішення підвищує точність і продуктивність дозування було його обрано і використано в дозаторі пастоподібних продуктів.

5 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

5.1 Кінематичні розрахунки

5.1.1 Кінематичні розрахунки параметрів

Ширина тари $B = 70$ мм.

Довжина кола формувального барабана $L = B \cdot 14 = 980$ мм.

Діаметр барабана:

$$D = \frac{L}{\pi} = \frac{980}{3,14} = 311,94 \text{ мм}.$$

Приймаємо $D = 312$ мм.

Параметри зірочки барабана.

$$D_{\delta\delta} = D - 2l,$$

Де l - відстань від кронштейна ланцюга до осі ланцюга, $l = 17$ мм.

$$D_{\delta\delta} = 312 - 2 \cdot 17 = 278 \text{ мм}.$$

Число зуб'їв і уточнений діаметр зірочки.

$$D_{\delta\delta} = t \cdot \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{z},$$

Де $t = 19,05 \text{ мм}$ - крок ланцюга.

$$\text{При } z = 44 \quad \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{44} = 14,0178,$$

$$278 \geq 19,05 \cdot 14,0178$$

$$278 \geq 267,032$$

Приймаємо число зуб'їв зірочки $z = 44$;

Уточнений діаметр циліндричного кола:

$$D_{\delta\delta} = 267,039 \text{ мм}.$$

Отже, діаметр циліндричного кола зірочки урухомного вала 6 дорівнює 267,039 мм.

Частота обертання урухомного вала при $\nu = 1 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$:

$$n_1 = \frac{\nu}{\pi \cdot D} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,312} = 1,02 \text{ об/хв}.$$

Загальне передаточне число при 1500 об/хв:

$$i_{3AG} = \frac{n_{\text{двиг}}}{n_1} = \frac{1500}{1,02} = 1470,6.$$

Передаточне число ланцюга урухомного вала:

$$i_{3AG} = i_{PEM} \cdot i_{RED} \cdot i_{ЦЕП},$$

Де $i_{PEM} = 3$ – передаточне число паскової передачі.

$i_{RED} = 40$ – передаточне число черв'ячного редуктора.

$$i_{ЦЕП} = \frac{i_{3AG}}{i_{RED} \cdot i_{PEM}} = \frac{1470,6}{3 \cdot 40} = 12,25$$

Число зуб'їв зірочки редуктора I вала:

$z = 16$ - число зуб'їв;

$t = 12,7$ - крок ланцюга.

Число зуб'їв проміжної зірочки:

$$z_{np} = z \cdot i_{ПРОМ},$$

Де $i_{ЦЕП} = i_{ПРОМ} \cdot i_{ПРИВОД} = 12,25$,

Звідси:

$$i_{ПРОМ} = \sqrt{12,25} = 3,5$$

$$z_{np} = 16 \cdot 3,5 = 56$$

$$t = 12,7$$

Число зуб'їв зірочки вала перфорації.

Передаточне число:

$$i_K = \frac{L}{B} = \frac{980}{70} = 14$$

Число зуб'їв зірочки:

$$z_{ПЕРФ} = \frac{z \cdot i_{ЦЕП}}{i_K} = \frac{16 \cdot 12,25}{14} = 14$$

$$t = 12,7$$

Передаточне число ножового вала:

$$i_H = \frac{D}{d} = \frac{312}{90} = 3,46$$

Число зуб'їв зірочки ножового вала:

$$z_H = \frac{Z_{ПР}}{i_H} = \frac{56}{3,46} = 16$$

Параметри суміжної зірочки урухомного вала:

$$z_{e1} = z_H \cdot i_H = 16 \cdot 3,46 = 56$$

Розрахунок конструктивних елементів зірочок робимо по формулах:

- для діаметра ділильного кола:

$$d_o = t \cdot \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{z};$$

- для діаметра кола западин:

$$Di = d_o - 2r, \quad \text{де } r - \text{діаметр ролика ланцюга.}$$

- для діаметра кола виступів:

$$De = t(K + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z}).$$

Розрахунок конструктивних елементів шестерн:

- для діаметра ділильного кола: $d_o = m \cdot z$

- для діаметра кола западин: $Di = d_o - 2,5m$

- для діаметра кола виступів: $De = d_o + 2m$

Отримані дані заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 - Параметри конструктивних елементів шестерн і зірочок

Параметри конструктивних елементів шестерн і зірочок.					
№ вала	Найменування вала	Діаметр ділильного кола, мм	Діаметр кола западин, мм	Діаметр кола виступів, мм	Кільк. Шт
1.	Вал тихохідний редукторний 1. Зірочка	65,097	56,587	70,958	2
2.	Вал перфорації 1. Зірочка	57,072	48,562	62,784	1
3.	Вал ножовий верхній 1. Шестерня	99	91,5	105	1

4.	Вал ножовий нижній				
	1. Зірочка	65,097	56,587	70,958	1
	2. Шестерня	90	82,5	96	1
5.	Вал проміжний				
	1. Зірочка	65,097	56,587	70,958	2
	2. Зірочка	226,509	217,999	232,502	1
6.	Вал урухомний				
	1. Зірочка	226,509	217,999	232,502	2
	2. Зірочка	267,039	258,529	275,884	2
7.	Вал опорний				
	1. Зірочка	226,509	217,999	232,502	1
	2. Шестерня	312	304,5	318	1
8.	Вал паяльний				
	1. Шестерня	120	112,5	126	1
9.	Вал формувальний				
	1. Зірочка	267,039	258,529	275,884	2
	2. Шестерня	312	304,5	318	1
10.	Вал остаточного нагріву				
	1. Шестерня	132	124,5	138	2
11, 12	Вал попереднього нагрівання				
	1. Шестерня	132	124,5	138	2

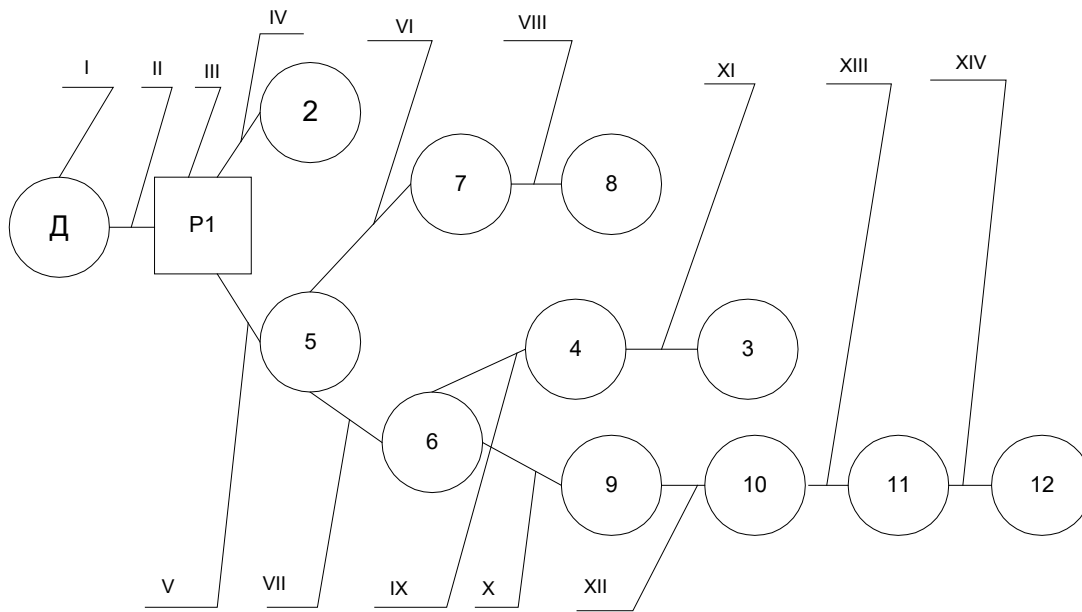


Рисунок 5.1 - Структурна схема машини

I - електродвигун; II- паскова передача; III- редуктор; IV, V, VI,VII, IX, X- Ланцюгова передача; VIII, XI, XII, XIII, XIV- зубчаста передача.

1- вихідний вал редуктора; 2 - вал механізму перфорації; 3 - верхній ножовий вал; 4 - нижній ножовий вал; 5 - проміжний вал; 6 - урухомний вал; 7 - опорний вал; 8 - паяльний вал; 9 - формувальний вал; 10 - вал залишкового нагрівання; 11, 12 - вал попереднього нагрівання.

5.1.2 Швидкості валів тягнучого пристрою

Частота обертання урухомного тягнучого вала 6:

$$n_6 = 1,02 \text{ об/хвил}$$

Частота обертання проміжного вала 5:

$$n_5 = n_6 \cdot i_{5,4};$$

$$i_{5,4} = \frac{56}{16} = 3,5;$$

$$n_5 = 1,02 \cdot 3,5 = 3,57 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання вихідного вала редуктора 1:

$$n_1 = n_5 \cdot i_{5,1};$$

$$i_{5,1} = \frac{56}{16} = 3,5;$$

$$n_1 = 3,57 \cdot 3,5 = 12,495 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання вхідного вала редуктора:

$$n'_1 = n_1 \cdot i_P;$$

$$i_P = 40;$$

$$n'_1 = 12,495 \cdot 40 = 499,8 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання на валу електродвигуна:

$$n_{ДВ} = n'_1 \cdot i_{P_n};$$

$$i_{P_n} = \frac{216}{72} = 3;$$

$$n_{ДВ} = 499,8 \cdot 3 = 1499,4 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання формувального вала:

$$n_9 = n_6 \cdot i_{6,9}, \text{ где } i_{6,9} = 1$$

$$n_9 = 1,02 \cdot 1 = 1,02 \text{ об / хвил}$$

Частота обертання нагрівальних валів:

$$n_{10,11,12} = n_9 \cdot i_{9,10};$$

$$i_{9,10} = \frac{z_9}{z_{10}} = \frac{104}{44} = 2,36;$$

$$n_{10,11,12} = 1,02 \cdot 2,36 = 2,41 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання ножового нижнього вала:

$$n_4 = n_6 \cdot i_{6,3};$$

$$i_{6,3} = \frac{56}{16} = 3,5;$$

$$n_4 = 1,02 \cdot 3,5 = 3,57 \text{ об / хв.}$$

Частота обертання верхнього ножового вала:

$$n_3 = n_4 \cdot i_{4,3};$$

$$i_{4,3} = \frac{z_4}{z_3} = \frac{30}{33} = 0,9;$$

$$n_3 = 3,57 \cdot 0,9 = 3,24 \text{ об / хв.}$$

5.2 Параметричні розрахунки

5.2.1 Вибір електродвигуна

Потужність, споживана пристроєм паяння.

Необхідний крутний момент на валу опорного вала визначаємо по формулі:

$$M_0 = F_{тян} \times \frac{D_{оп}}{r},$$

Де $F_{тян}$ - тягнуче зусилля,

$$F_{тян} = F_{приж} = 1000H ,$$

$$\text{Тоді } M_0 = 1000 \frac{0,312}{2} = 156H \times m .$$

Потужність на валу опорному:

$$N_0 = \frac{M_0 \times n}{9,55} = \frac{156 \times 1,02}{9,55} = 16,6 \text{ Вт.}$$

Необхідна потужність на валу електродвигуна:

$$N_{ел.п} = \frac{N_0}{\eta_{заг}}, \text{ де}$$

$$\eta_{заг} = \eta_{підш}^6 \times \eta_{зуб} \times \eta_{цеп}^2 \times \eta_{ред} \times \eta_{рем}, \text{ де}$$

$$\eta_{підш} = 0,99; \eta_{зуб} = 0,96; \eta_{цеп} = 0,93; \eta_{ред} = 0,75; \eta_{рем} = 0,95.$$

$$\eta_{заг} = 0,99^6 \times 0,96 \times 0,93^2 \times 0,75 \times 0,95 = 0,562;$$

$$N_{ел.п.} = \frac{16,6}{0,562} = 29,55 \text{ Вт} = 0,0296 \text{ кВт.}$$

Потужність, споживана пристроєм різання полотна.

Необхідний крутний момент на валу ножовому верхньому:

$$M = F_{різ} \times K \times \frac{D_{нож}}{2},$$

Де F - зусилля різання одного ножа, F = 40 Н.

K - максимальна кількість ножів, K = 9.

D - діаметр дискового ножа, D = 0,104 м.

$$M = 40 \times 9 \times \frac{0,104}{2} = 18,72 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Потужність на валу електродвигуна:

$$N_P = \frac{M \times n}{9,55} = \frac{18,72 \times 3,927}{9,55} = 7,69 \text{ Вт.}$$

Необхідна потужність на валу електродвигуна:

$$N_{ел.п.} = \frac{N_P}{\eta_{заг}}, \text{ Де } \eta_{заг} = \eta_{підш}^8 \times \eta_{зуб} \times \eta_{цеп}^3 \times \eta_{ред} \times \eta_{рем};$$

$$\eta_{заг} = 0,99^8 \times 0,96 \times 0,93^3 \times 0,75 \times 0,95 = 0,545;$$

$$N_{ел.п.} = \frac{7,69}{0,545} = 14,2 \text{ Вт} = 0,0142 \text{ кВт.}$$

Потужність споживана механізмом перфорації.

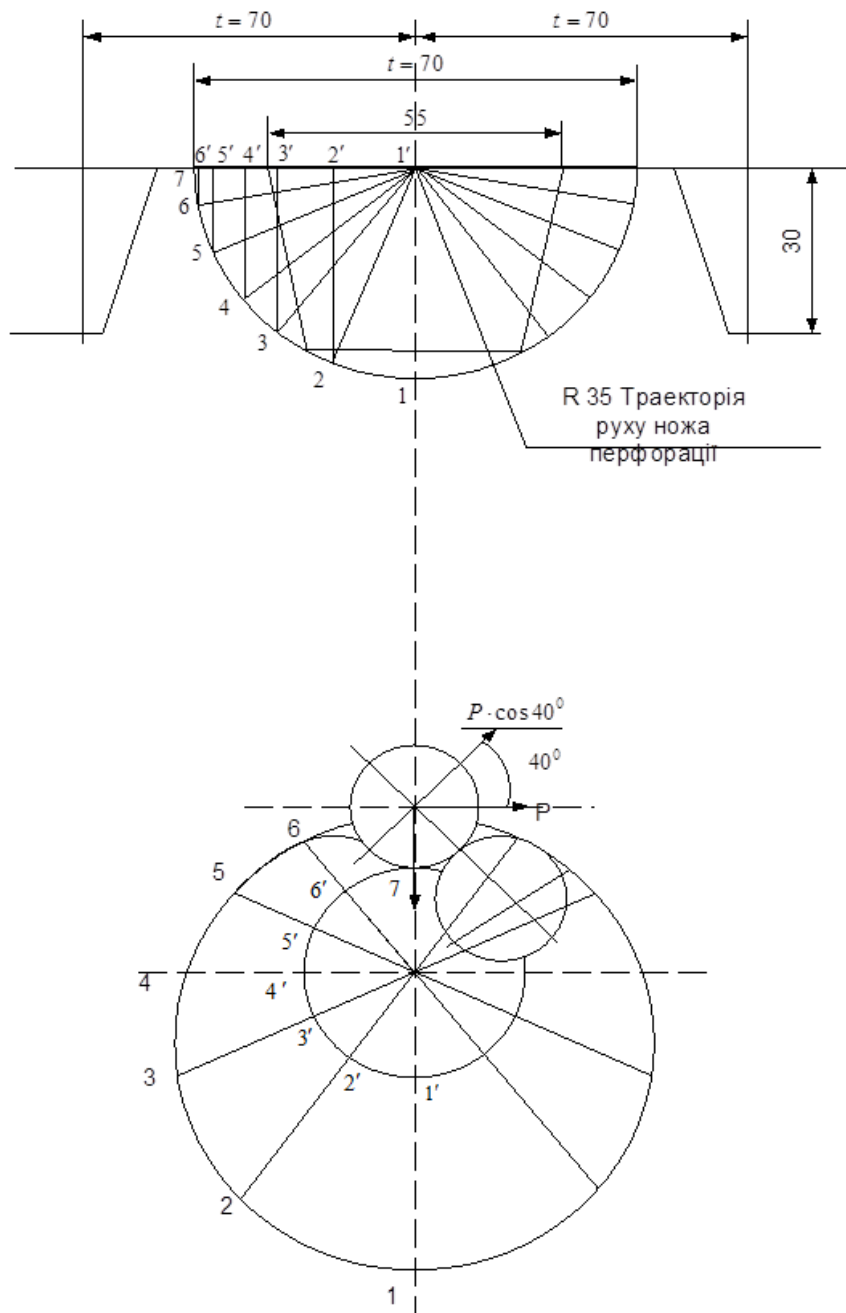


Рисунок 5.2 – Профілювання кулачків

Крутний момент на валу перфорації:

$$M_{\text{п}} = M_{\text{тр}} + M_{\text{к}},$$

Де $M_{\text{тр}}$ - момент тертя в дисках фрикційної муфти;

$M_{\text{к}}$ - крутний момент на кулачку.

Якщо припустити, що питомий тиск розподілений по тертьовій поверхні рівномірно, то момент переданий муфтою:

$$M_{\text{тр}} = 2\pi \cdot \mu g \int_{R_{\text{min}}}^{R_{\text{max}}} r^2 dr = \frac{2}{3} \pi \cdot \mu g (R_{\text{MAX}}^3 - R_{\text{MIN}}^3),$$

Де g - питомий тиск, $g = 0,25$ мПа,

$R_{MAX} - R_{MIN}$ - максимальний і мінімальний радіуси робочої поверхні дисків,

$$R_{MAX} = 0,075 \text{ мм}; R_{MIN} = 0,035 \text{ мм},$$

μ - коефіцієнт тертя сталі по ферродо $\mu = 0,25$.

$$M_{тр} = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 10^6 [0,075^3 - 0,035^3] = 49,61 \text{ Н м.}$$

Для визначення моменту на валу кулачкового механізму M_k , робимо профілювання кулачків (рис. 5.2)

Тому, що крок стаканчиків $t_c = 70$ мм, радіус траєкторії переміщення ножів перфорації:

$$R_{TP} = \frac{t}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ мм.}$$

Ділимо напівдугу траєкторії на 6 рівних частин. Отримані прямі 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6., є величини підйому штока кулачкового механізму. Мінімальний радіус механізму кулачка (точка 7), приймаємо конструктивно $R_{MIN} = 20$ мм, тоді максимальний (точка 1) радіус:

$$R_{MAX} = R_{MIN} + H,$$

Де H - величина ходу штока $H = R = 35$ мм.

$$R_{MAX} = 20 + 35 = 55 \text{ мм.}$$

Ділимо напівдугу півкола мінімального ходу $R_{MIN} = 20$ мм, на 6 рівних частин і на радіусних променях відкладаємо величини ходу 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6. з'єднуючи отримані точки плавною кривою одержуємо профіль шуканого кулачка.

Повзуном штока є підшипник зовнішнім діаметром $D_{ЗОВ} = 25$.

Максимальне зусилля при підйомі механізму перфорації при виході з мінімального ходу кулачка. Розрахунок ведемо з розрахунку по похилій площині, де Q_1 - вага рухливої системи $Q_1 = 90 \text{ Н}$.

Тертя в опорах при коефіцієнті тертя $f = 0,1$:

$$Q = Q_1 \cdot f = 90 \cdot 0,1 = 9 \text{ Н}.$$

Загальне зусилля в рухомій системі:

$$Q = Q' + Q_1 = 9 + 90 = 99 \text{ Н}.$$

Приймаємо $Q = 100 \text{ Н}$.

Зусилля розвивається при підйомі:

$$P = Q_{tg}(d + \sigma),$$

Де d - кут підйому, $d = 40^\circ$

σ - коефіцієнт тертя катання, $\sigma = 0,01$.

$$0,01 = \operatorname{tg} 1^\circ,$$

$$P = 100 \cdot \operatorname{tg}(40 + 1) = 100 \cdot 0,87 = 87 \text{ Н}.$$

Дотичне зусилля на кулачку:

$$P = P \cdot \cos d = 87 \cdot \cos 40^\circ = 66,12 \text{ Н}.$$

Дотичний момент на кулачку:

$$M_k = P_k \cdot 0,55 = 66,12 \cdot 0,55 = 3,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Крутний момент на валу перфорації:

$$M_p = M_{тр} + M_k = 3,7 + 49,61 = 53,31 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Необхідна потужність на валу перфорації:

$$N_n = \frac{Mn \cdot n_{MAX}}{9,55},$$

Де n_{MAX} - частота обертання вала перфорації, $n = 15,38$ об/хв.

$$N_n = \frac{53,31 \cdot 15,38}{9,55} = 85,85 \text{ Вт} = 0,0859 \text{ кВт}.$$

Потужність на валу електродвигуна:

$$N_{ел-п} = \frac{N_n}{\eta_{ЗАГ}}, \text{ де}$$

$$\eta_{ЗАГ} = \eta_{ПДШ}^2 \cdot \eta_{ЦЕП} \cdot \eta_{РЕД} \cdot \eta_{РЕМ} = 0,99^2 \cdot 0,93 \cdot 0,75 \cdot 0,95 = 0,65$$

$$N_{ел-п} = \frac{0,0859}{0,65} = 0,132 \text{ кВт}.$$

Потужність, споживана механізмом переміщення полотна.

Механізм переміщення полотна кінематично зв'язує вали нагрівальні 12;11;10, вал формувальний і вал урухомний.

Визначаємо крутний момент на нагрівальному валу 12:

$$M_{KP12} = P_{12} \times \frac{D_{12}}{2},$$

Де D_{12} - діаметр барабана нагрівального $D_{12} = 120$ мм;

P_{12} - на валу нагрівальному 12, $P_{12} = 40$ Н (взятий експериментально);

$$M_{KP12} = 40 \times \frac{0,12}{2} = 2,4 \text{ Н м.}$$

Визначаємо крутний момент на нагрівальному валу 11:

$$M_{KP11} = \frac{M_{KP12} \times i_{12,11}}{\eta_{123AG}},$$

$$\text{Де } \eta_{3AG12} = \eta_{\text{підш}}^2 \times \eta_{\text{зуб}} = 0,99^2 \times 0,96 = 0,94;$$

$$i_{12,11} = 1;$$

$$M_{KP11} = \frac{2,4 \times 1}{0,94} = 2,554 \text{ Н м.}$$

Визначаємо крутний момент на нагрівальному валу 10:

$$M_{KP10} = \frac{M_{KP11} \times i_{10,11}}{\eta_{3AG}},$$

$$\text{Де } \eta_{3AG} = \eta_{\text{підш}}^2 \times \eta_{\text{зуб}} = 0,99^2 \times 0,96 = 0,94;$$

$$i_{10,11} = 1;$$

$$M_{KP10} = \frac{2,554 \times 1}{0,94} = 2,717 \text{ Н м.}$$

Крутний момент на формувальному валу:

$$M_{KP9} = M'_{KP9} + M''_{KP9},$$

Де M'_{KP9} - крутний момент зв'язаний з моментами нагрівальних валів, що крутять, 12, 11, 10.

$$M_{KP9} = \frac{M_{KP10} \times i_{9,10}}{\eta_{3AG}};$$

$$\eta_{3AG} = \eta_{\text{підш}}^2 \times \eta_{\text{зуб}} = 0,99^2 \times 0,96 = 0,94;$$

$$i_{9,10} = 1;$$

$$M'_{KP9} = \frac{2,717 \times 2,37}{0,94} = 6,88 \text{ Н м.}$$

M''_{KP9} - крутний момент створюваний тертям вакуумного колектора по торцях барабану формувального.

Крутний момент визначається за умови, що питомий тиск колектора розподілений по третій поверхні рівномірно. Крутний момент створюваний з однієї сторони барабана:

$$M''_{KP9} = \frac{1}{4} \pi \times \mu \times g (R_{MAX}^3 - R_{MIN}^3) \times n,$$

Де μ - коефіцієнт тертя сталі, $\mu = 0.02$;

$R_{MAX}^3 - R_{MIN}^3$ - максимальний і мінімальний радіуси $R_{MAX} = 0,15$ м, $R_{MIN} = 0,1$ м;

g - питомий тиск, $g = 0,4$ МПа.

$$M''_{KP9} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,02 \times 0,4 (0,15^3 - 0,1^3) \times 10^6 \times 2 = 29,85 \text{ Н м.}$$

Крутний момент на урухомному валу 9:

$$M_{KP9} = M'_{KP9} + M''_{KP9} = 6,88 + 29,85 = 36,73 \text{ Н м.}$$

Крутний момент на урухомному валу 4:

$$M_{KP4} = M'_{KP4} + M''_{KP4} ,$$

Де M'_{KP4} - крутний момент зв'язаний з моментами вала, що крутять, формувального 9;

$$M'_{KP4} = M'_{KP9} = 36,73 \text{ Н м;}$$

M''_{KP4} - крутний момент від тягового зусилля зв'язаного з опором від ваги і переміщення $S_{Ц}$ ланцюга, від ваги упакованого продукту, S_y ; від зусилля розкручування пакувальних полотнин із двох $S_{рул}$ рулонів , що представляє сумарний опір руху.

$$S_{сум} = S_{Ц} + S_y + S_{рул} .$$

Опір у ланцюзі від сили тяжіння погонного метра ланцюга.

Як тяговий ланцюг автомату, прийнятий ланцюг тягового типу ПР 19,05-2500. На кожній ланці ланцюга встановлене механічний пристрій, що захоплює, для затиску поліетиленової амформованної полотнини. Сила тяжіння одного погонного метра ланцюга $g_u = 40$ Н. В автоматі встановлені два замкнуті ланцюги довжиною $h = 5030$ мм.

$$S_u = K_u \times h \times g_u \times f_u ,$$

Де K_u - кількість ланцюгів , $K_u = 2$;

f_u - коефіцієнт тертя ковзання ланцюга, $f_u = 0,25$;

$$S_u = 2 \times 5,03 \times 40 \times 0,25 = 106 \text{ Н} .$$

Опір від сили тяжіння продукту, що транспортується:

$$S_y = K_y \times g_n ,$$

Де K_y - кількість упакувань.

$$K_y = \frac{n_y \times h_{\text{гор}}}{t_y},$$

Де $h_{\text{гор}}$ - довжина горизонтальної частини автомата, $h_{\text{гор}} = 2,1$ м;

t_y - крок упакування, $t_y = 0,07$ м;

n_y - кількість рядів упакування на полотнищі.

$$K_y = \frac{2 \times 2,1}{0,07} = 60 \text{ шт},$$

g_n -ємність одного упакування, $g = 2$ Н;

$$S_u = 2 \times 60 = 120 \text{ Н}.$$

Опір від двох рулонів поліетилену, що розкручуються, при їхньому максимальному діаметрі:

$$S_{PUL} = n_p \times \varphi \times f_{PUL},$$

Де n_p - кількість рулонів, $n_p = 2$;

φ - сила тяжіння одного рулону, $\varphi = 80$ Н;

f_{PUL} - коефіцієнт тертя, $f_{PUL} = 0,75$, тому що на шпулі встановлений механізм стримування рулону від самоскручування.

$$S_{PUL} = 2 \times 80 \times 0,75 = 346 \text{ Н}.$$

Сумарний опір дорівнює:

$$S_{\text{сум}} = 106 + 120 + 120 = 346 \text{ Н}.$$

Крутний момент від опорів сили тяжіння:

$$M''_{KP4} = \frac{S_{\text{сум}} \cdot d_{\text{дц}}}{2},$$

Де $d_{\text{дц}}$ - діаметр ділильного кола тягової зірочки;

$$d_{\text{дц}} = 267 \text{ мм} = 0,267 \text{ м};$$

$$M''_{KP4} = \frac{346 \times 0,267}{2} = 46,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{KP4} = 36,73 + 42,2 = 82,93 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на урухомному валу:

$$N = \frac{M_{KP4} \times n_4}{9,55},$$

Де n - частота обертання оборотів на валу урухомному, $n = 1,02$ об/хв.

$$N_n = \frac{82,93 \times 1,02}{9,55} = 8,86 \text{ Вт}.$$

Необхідна потужність на валу електродвигуна:

$$N_{\text{ЕЛ.Т}} = \frac{N_n}{\eta_{\text{ЗАГ}}};$$

$$\eta_{\text{ЗАГ}} = \eta_{\text{відш}}^4 \times \eta_{\text{цен}}^2 \times \eta_{\text{ред}} \times \eta_{\text{рем}} = 0,99^4 \times 0,93 \times 0,75 \times 0,95 = 0,63;$$

$$N_{\text{ЕЛ.Т}} = \frac{8,86}{0,63} = 14,1 \text{ Вт} = 0,0141 \text{ кВт}.$$

Загальна потужність урухомника:

$$N_{\text{ЗАГ}} = (N_{\text{ЕЛЕК.ПАЙКИ}} + N_{\text{ЕЛ.РОЗ}} + N_{\text{ЕЛ.ПЕРФ.}} + N_{\text{ЕЛДВГ}}) \times f,$$

Де f - Коефіцієнт виведення автомата зі стану спокою, $f = 1,5$;

$$N_{\text{ЗАГ}} = (0,0296 + 0,0142 + 0,132 + 0,0141) \times 1,5 = 0,285 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун постійного струму Тип П 32 -М, з частотою обертання $n=1500$ об/хв і потужністю $N = 0,5$ Квт.

5.2.2 Розрахунок клинопасової передачі

Передача крутного моменту від двигуна до редуктора здійснюється клинопасковою передачею.

Відповідно до кінематичної схеми передаточне число клинопасової передачі: $i_{\text{КП}} = 3$.

Діаметр малого шківa $D_1 = 72$ мм.

Діаметр великого шківa:

$$D_2 = i_{\text{КП}} \times D_1 = 3 \times 72 = 216 \text{ мм}.$$

Визначаємо швидкість паска:

$$U = \frac{\pi \times D_1 \times n}{60} = \frac{3,14 \times 72 \times 1500}{60} = 5,65 \text{ м/сек}.$$

Ведемо розрахунок для паска типу А.

Попередню міжосьову відстань вибираємо з розрахунку половини ширини двигуна й половини ширини редуктора:

$$A_{\text{попер}} = \frac{Bl}{r_{\text{ДВ}}} + \frac{Bl}{r_{\text{РЕД}}} = 283 + 173 = 456 \text{ мм}.$$

Приймаємо $A_{\text{нопер}} = 500$ мм.

Визначаємо довжину паска:

$$h = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A};$$

$$h = 2 \times 500 + \frac{3,14}{2}(72 + 216) + \frac{(216 - 72)^2}{4 \times 500} = 1462,758 \text{ мм.}$$

За ГОСТ 1284 – 84 приймаємо довжину паска $h_0 = 1500$ мм.

Уточнена міжосьова відстань:

$$A = \frac{1}{8}(2h_0 - \pi(D_1 + D_2) + \sqrt{[2h_0 - \pi(D_1 + D_2)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}),$$

$$A = \frac{1}{8}\left(2 \times 1500 - 3,14(72 + 216) + \sqrt{[2 \times 1500 - 3,14(72 + 216)]^2 - 8(216 - 72)^2}\right),$$

$$A = 530 \text{ мм.}$$

Кут охоплення:

$$d_1 = 180 - 60 \frac{180}{A} = 180 - 60 \frac{180}{530} = 159,7^\circ.$$

Коефіцієнт кута охоплення:

$$Cd = 1 - 0,003(180 - d_1) = 1 - 0,03(180 - 159,7) = 0,939;$$

$$Cd = 0,939.$$

Швидкісний коефіцієнт:

$$Cv = 1,05 - 0,0005 \times V^2 = 1,05 - 0,0005 \times 5,65^2,$$

$$Cv = 0,984.$$

Коефіцієнт режиму роботи: $C_p = 0,9$.

Число перебігів:

$$n = \frac{U}{L_0} = \frac{5,65}{1,5} = 3,76.$$

Для паска типу А:

$$S_0 - \text{питомий опір, } S_0 = 120000 \text{ Н/м.}$$

Окружне зусилля:

$$P = \frac{102 \times N}{V} = \frac{102 \times 0,5}{5,65} = 9,03 \text{ Н.}$$

Площа перетину паска:

$$F = 0,81 \text{ см}^2 = 8,1 \times 10^{-5} \text{ м}^2.$$

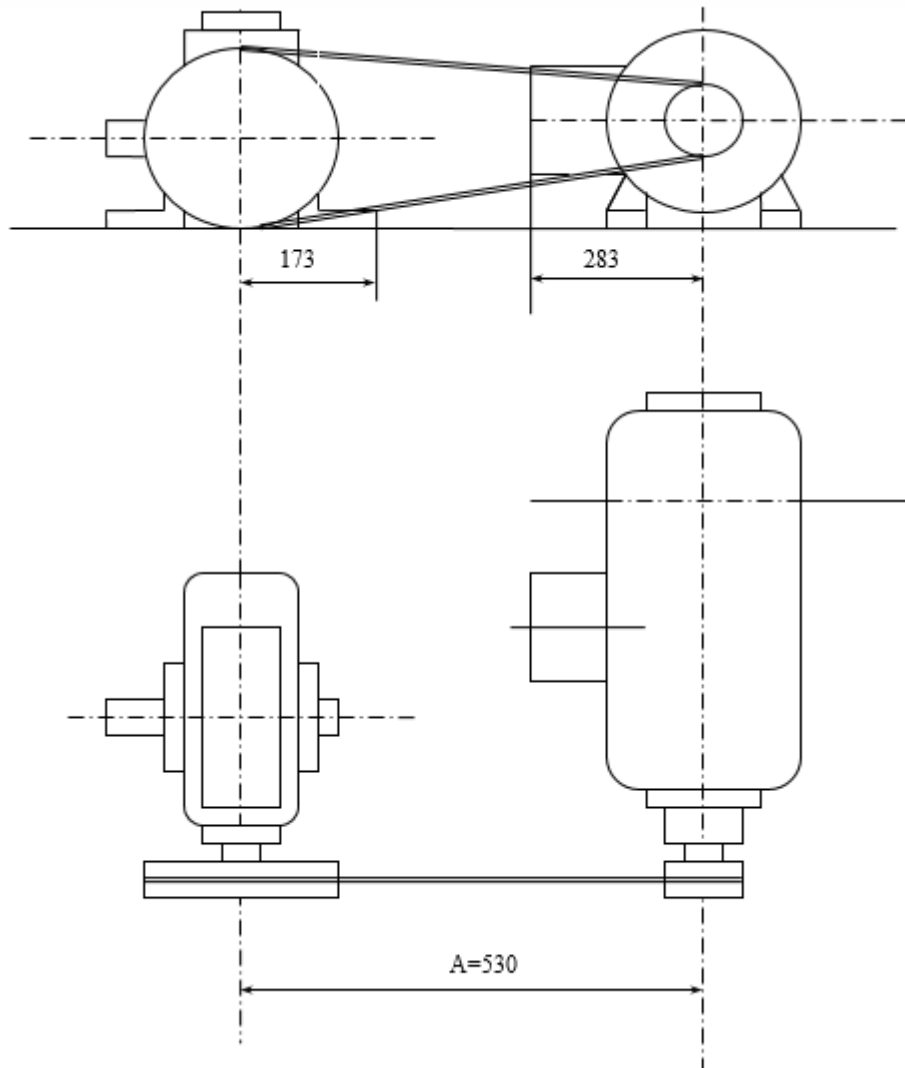


Рисунок 5.3 - Рисунок до розрахунку паскової передачі

Перетин ременів:

$$Z = \frac{P}{[S_n] \times F} = \frac{9,03}{120000 \times 8,1 \times 10^{-5}} = 0,929.$$

Приймаємо число пасків $Z = 1$.

5.2.3 Розрахунок продуктивності

Швидкість рухові полотна $U = 1$ м/хв.

Крок стаканчиків на полотні $t = 70$ мм = 0,07 м.

Ємність стаканчиків $q = 0.2$ кг.

Кількість стаканчиків у ряді - 2.

Загальна кількість кроків на одному метрі полотна:

$$n_{кр} = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,07} = 14.$$

Кількість стаканчиків в одному метрі полотна:

$$n_y = n_{кр} \times 2 = 14 \times 2 = 28.$$

Кількість упакованого продукту:

$$Q_{пп} = n_y \times q = 28 \times 0,2 = 5,6 \text{ кг.}$$

Кількість упакованого продукту в годину:

$$Q = Q_{пп} \times U \times 60 = 5,6 \times 1 \times 60 = 336 \text{ кг/год.}$$

Кількість продукту, що переробляється, при однозмінній роботі автомата, при тривалості зміни 8 годин.

$$\varphi = Q \times t_{зм} = 336 \times 8 = 2688 \text{ кг.}$$

5.3 Теплові розрахунки

5.3.1 Розрахунок нагрівання плівки перед формуванням

Питома теплоємність поліетилену:

$$C_p = \lambda / \alpha \rho = \frac{0,247}{0,972 \cdot 10^{-7} \cdot 935} = 2718 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} = 2,718 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}.$$

Ентальпія поліетилену при 20° С:

$$i'_n = C_p \cdot t_n = 2,718 \cdot 20 = 54,36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Ентальпія поліетилену при 160° С:

$$i''_n = C_p \cdot t_p = 2,718 \cdot 160 = 434,88 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Маса плівки, що нагрівається:

$$m = L \cdot v \cdot h \cdot \rho = 1,5\pi \cdot d \cdot v \cdot h \cdot \rho = 1,5 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 0,38 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 935 = 0,04 \text{ кг}.$$

Щільність теплового потоку:

$$q_s = m(i''_n - i'_n) = 0,04(434,88 - 54,36) = 15,22 \text{ кДж}.$$

Тепловий потік:

$$Q = q_s \cdot F = q_s \cdot 1,5\pi \cdot d \cdot v = 15,22 \cdot 1,5 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 0,38 = 3,27 \text{ кВт}.$$

Потужність нагрівачів:

$$W = \eta \cdot Q = 1,15 \cdot 3,27 = 3,76 \text{ кВт}.$$

5.3.2 Розрахунок охолодження після формування

Безрозмірна температура:

$$\theta = \frac{t_k - t_{cp}}{t_p - t_{cp}} = \frac{40 - 20}{160 - 20} = 0,143.$$

Критерій Прандтля - $P_r = 0,696$.

Визначальна температура:

$$t_{опп} = \frac{1}{2} \left(\frac{t_p + t_k}{2} + t_{cp} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{160 + 40}{2} + 20 \right) = 60^0 C.$$

Критерій Грасгофа:

$$G_n = \frac{g \cdot d^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t,$$

Де Δt - температурний напір:

$$\Delta t = \frac{t_p + t_k}{2} - t_{cp} = \frac{160 + 40}{2} - 20 = 40^0 C;$$

β - температурний коефіцієнт об'ємного розширення:

$$\beta = \frac{1}{t_{опп} + 273} = \frac{1}{60 + 273} = 3 \cdot 10^{-3};$$

λ - коефіцієнт теплопровідності:

$$\lambda_{60} = 0,029 \frac{Вт}{м \cdot ^0 C};$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості:

$$\nu_{60} = 18,97 \cdot 10^{-6} м^2 / c;$$

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 м^2 / c$;

d - діаметр одержуваного стаканчика, $d = 0,065 м$;

$$G_r = \frac{9,81 \cdot 0,065^3}{(18,97 \cdot 10^{-6})^2} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 80 = 1796736;$$

$$G_r \cdot \rho_r = 1796736 \cdot 0,696 = 1250528.$$

Критерій Нуссельта:

$$N_u = 0,5(G_r \cdot P_r)^{0,25} = 0,5(1250528)^{0,25} = 16,72.$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$d = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = \frac{16,72 \cdot 0,029}{0,065} = 7,46 \frac{Вт}{м^2 \cdot C}.$$

Критерій Біо:

$$Bi = \frac{d \cdot l}{\lambda_c} = \frac{7,46 \cdot 0,0002}{0,247} = 0,6 \cdot 10^{-2}.$$

Із графічної залежності $\theta = f(Bi, Fo)$, визначаємо критерій Фур'є, $Fo = 16$.

Час охолодження стаканчика:

$$\tau = \frac{Fo \cdot l^2}{d} = \frac{16 \cdot (0,2 \cdot 10^{-3})^2}{0,972 \cdot 10^{-7}} = 6,584 с.$$

5.4 Розрахунки на міцність

5.4.1 Розрахунок урухомного вала

Визначаємо крутний момент на валу двигуна:

$$M_{дв} = 9,55 \frac{N}{n} = 9,55 \cdot \frac{500}{1500} = 3,18 Н \cdot м.$$

Визначаємо передаточне число i_{3AG} від електродвигуна до урухомного вала:

$$i_{3AG} \frac{n}{n_{нв}} = \frac{1500}{1,02} = 1470.$$

Крутний момент на урухомному валу:

$$M_{пр} = M_{дв} \cdot i \cdot \eta_{3AG}; \text{ де}$$

$$\eta_{3AG} = \eta_{РЕМ} \cdot \eta_{РЕД} \cdot \eta_{ЦЕП}^2 \cdot \eta_{ПД}^4 = 0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,93^2 \cdot 0,99^4 = 0,59$$

$$M_{пр} = 3,18 \cdot 1470 \cdot 0,59 = 2758 Н \cdot м$$

Орієнтовний розрахунок вала здійснюється перевіркою на кручення:

$$\tau_n = \frac{M_{\kappa}}{W_p} \leq [\tau_k];$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16};$$

$$[\tau_{\epsilon}] = 25 Н / мм^2,$$

$$\text{Тоді } d = \sqrt[3]{\frac{16 M}{[\tau_k] \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2758 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 3,14}} = 78 мм = 0,078 м.$$

Приймаємо діаметр попередньо 0,08 м.

Уточнений розрахунок діаметра урухомного вала.

Окружне зусилля:

$$P = \frac{2M}{dz}, \text{ де}$$

Діаметр вантажної зірочки $dz_{\text{вант}} = 267,04 \text{ мм}$;

Діаметр передавальної зірочки $dz_{\text{пр}} = 226,51 \text{ мм}$;

Тоді:

$$P1 = \frac{2 \cdot 2758 \cdot 10^3}{267,04} = 2065 \text{ Н},$$

$$P2 = \frac{2 \cdot 2758 \cdot 10^3}{226,51} = 24352 \text{ Н}.$$

Визначаємо опорні реакції:

$$\sum M_B = 0$$

$$-R_A \cdot 0,57 + P2 \cdot 0,535 - P1 \cdot 0,475 - P1 \cdot 0,095 = 0$$

$$R_A = \frac{-20656 \cdot 0,475 - 20656 \cdot 0,095 + 24352 \cdot 0,535}{0,57} = 2200,7 \text{ Н}.$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 0,57 + P2 \cdot 0,475 - P1 \cdot 0,095 - P1 \cdot 0,035 = 0$$

$$R_B = \frac{-20656 \cdot 0,475 + 20656 \cdot 0,095 + 24352 \cdot 0,035}{0,57} = 19160,7 \text{ Н}.$$

$$\sum P = 0$$

$$-R_A + P2 - P1 - P1 + P_B = 0$$

$$-2200,7 + 24352 - 20656 - 20656 + 19160,7 = 0.$$

Робимо розрахунок згинальних моментів:

$$M_{z1} = -R_A \cdot 0,035 = -2200,7 \cdot 0,035 = 77,0245 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{z2} = -R_A \cdot 0,095 + P2 \cdot 0,06 = -2200,7 \cdot 0,095 + 24352 \cdot 0,06 = 1252,06 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{z3} = -R_A \cdot 0,475 + P2 \cdot 0,446 - P1 \cdot 0,38 = -2200,7 \cdot 0,475 + 24352 \cdot 0,44 - 20656 \cdot 0,38 = 1820,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{z3} = -R_B \cdot 0,095 = 19160,7 \cdot 0,095 = 1820,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Уточнюємо діаметр вала в небезпечному перерізі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{ЕКВ}}}{0,1[\tau - 1]\mu}},$$

Де $M_{\text{ЕКВ}}$ - еквівалентний або урухомний момент;

$$M_{\text{ЕКВ}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75 \cdot M_{\text{КР}}^2};$$

$$M_{\text{ЕКВ}} = \sqrt{0 + 1820,3^2 + 0,75 \cdot 2758^2} = 3003 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$[\tau - 1]\mu$ - допустиме напруження

Для сталі 45 $[\tau - 1]_{\mu} = 60 \text{ Н / мм}^2$:

$$d = \sqrt[3]{\frac{3003 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 60}} = 79,4 \text{ мм} = 0,0794 \text{ м} .$$

Діаметр вала 0,08 м.

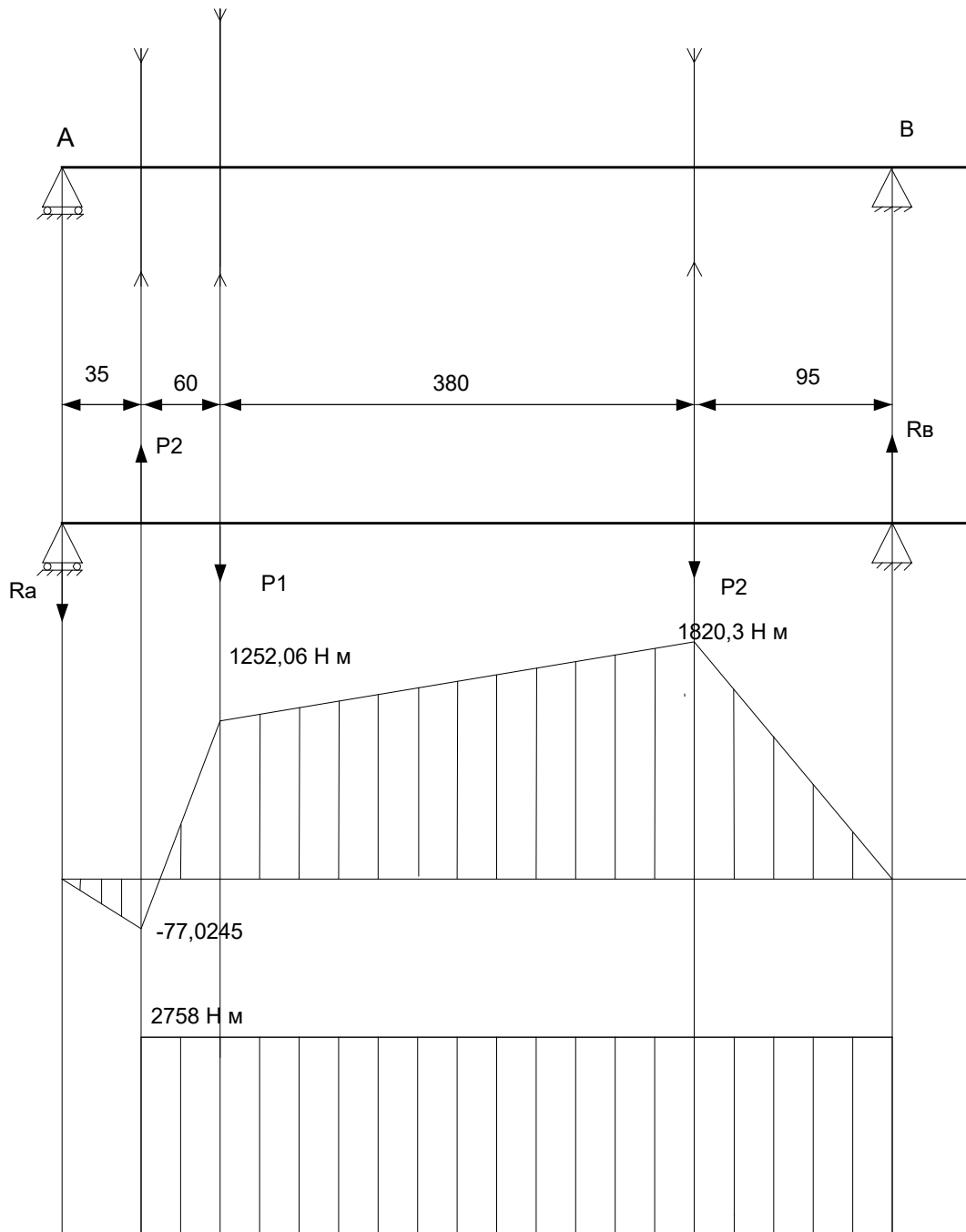


Рисунок 5.4 - Схема навантаження вала

Technical drawing of a mechanical assembly in cross-section. The drawing shows a central shaft with various components and dimensions. The components are labeled with numbers 1 through 37. The dimensions are given in millimeters (mm). The overall length of the assembly is 620 mm. The central shaft has a diameter of $\phi 22 \pm 0.07$ mm. The shaft is supported by bearings and has various seals and O-rings. The drawing also shows a detailed view of the left end of the assembly, showing the internal components and dimensions. The dimensions are given in millimeters (mm). The overall length of the assembly is 620 mm. The central shaft has a diameter of $\phi 22 \pm 0.07$ mm. The shaft is supported by bearings and has various seals and O-rings. The drawing also shows a detailed view of the left end of the assembly, showing the internal components and dimensions.

1

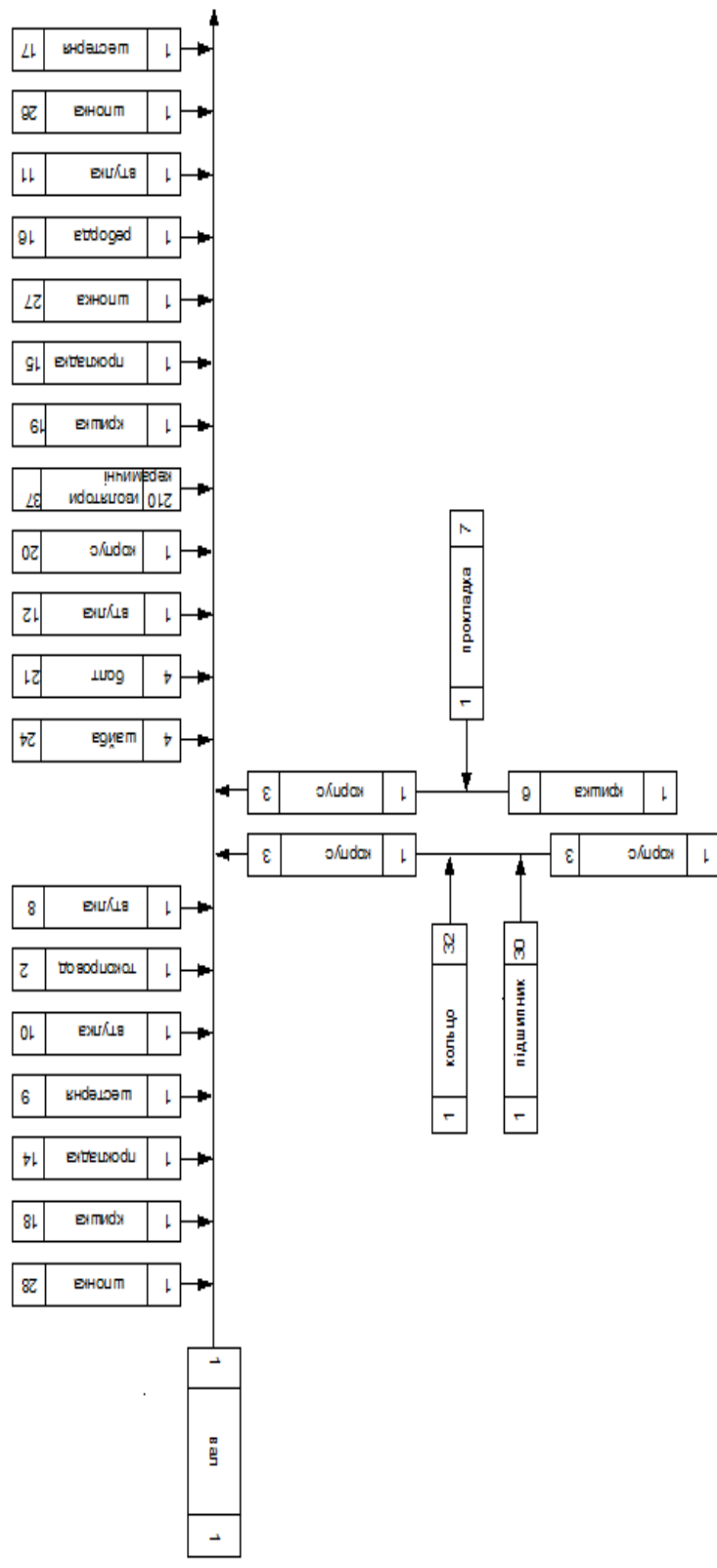
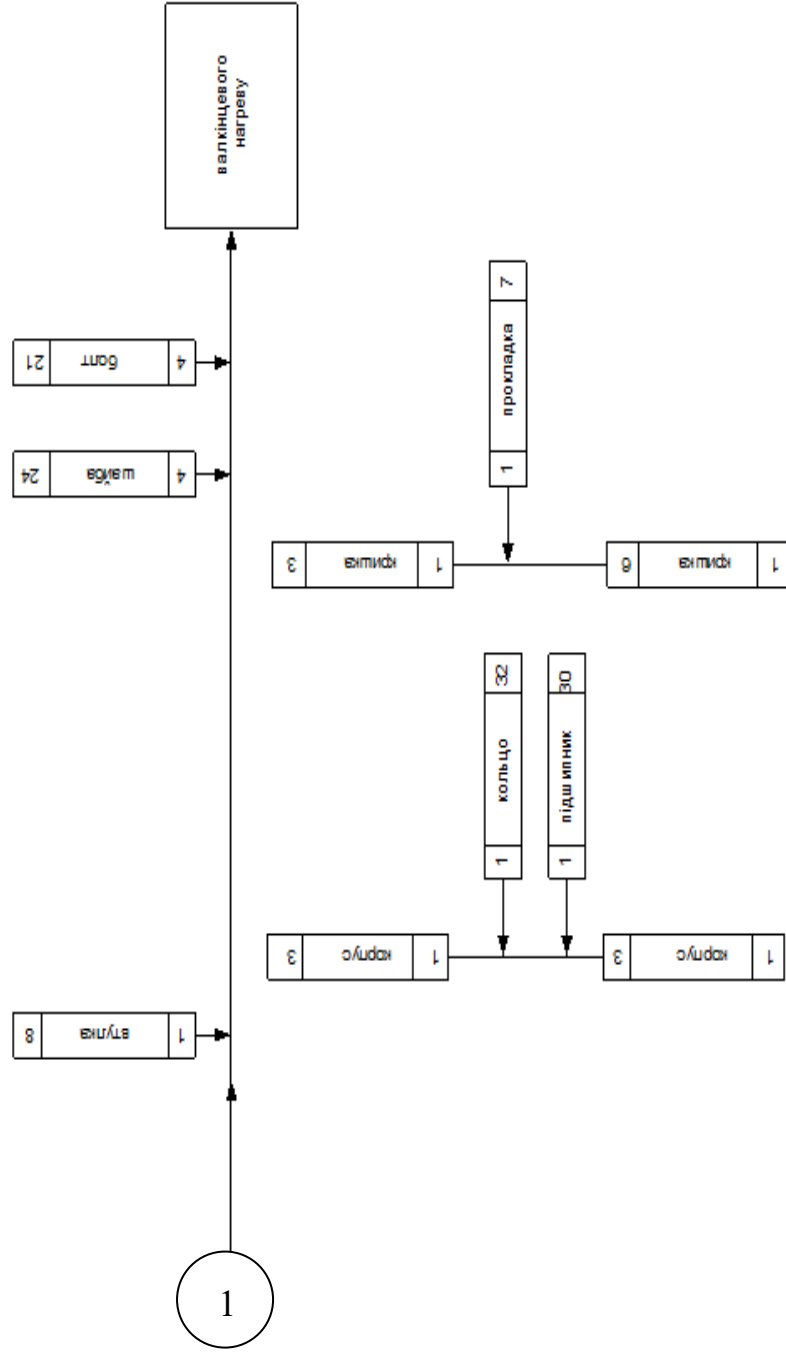


Рисунок 6.2 Схема зборки нагрівального валу (Частина 1)



				Операційна карта Слюсарних, слюсарно- складальних та Електромонтажних робіт								
Цех	У	С	Т	О П Р			Найменування операції		Обладнання (найменування, модель)			
							Збирання нагрівального валу					
Номер переходу	Зміст переходу						Техно логіч ний режим	К- сть	Присто суванн я (код та наймен ування)	Інстр умент (код та наймену вання)	Т ₀	
	1	На валу 1, з допомогою шпонки 28, встановляємо кришку 18, прокладку 14, шестерню 9.						вал 1	1	Пресс гідра влич		
								шпонка 28	1	Q = 5T		15
								Кришка 18	1			
								прокла дка 14	1			
							шесте рня 9	1				
2	На валу 1 одягаємо втулку 10						вал 1	1				1
							втулк а 10					
3	На вал 1 одягаємо струмопровід 2 и втулку 8						вал 1	1				5
							струм о про вод 2	1				
							втулка 8	1				
4	В корпус 3 садимо підшипник 30 и кільце 32						корпус 3	1	Пресс гідра влич			5
							підши пник 30	1	Q = 5T			

										Ко льцо 32	1				
											Ро з р о б.	Вишне в ськи й			Ар к
											Пе р е в і р.	Бо р щ и к			1
											К е р і в н и к	Ша п о в а л			
															Ар к
	В и м.	Ар ку	№ д о ку м.	П і д п и с	Да т а	В и м.	Ар к	№ до к у м	П і д п и с	Да т а	Н. Ко н т р.	Го н д л я х			4

				Операційна карта Слюсарних, слюсарно- складальних та Електромонтажних робіт						
Цех	Участ	Опер	Найменування операції				Обладнання (найменування, модель)			
			Збирання нагрівального валу							
Номер переходу	Зміст переходу					Технологічний режим	К- сть	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	T ₀
5	Корпус 3 садимо на вал 1					вал 1	1			5
						корпус 3	1			
6	На кришку 6 садимо прокладку 7					кришка 6	1			1
						прокладка 7	1			
7	Кришку 6 закріплюємо на корпусі 3 з допомогою шайб 24 і болтів 21					кришка 6	1		ключ гасичний	5
						корпус 3	1		S = 6	
						шайба 24	4			
						болт 21	4			
8	На валу 1 одягаємо втулку 12, корпус 20, і ізолятор керамічний 37 и закріплюємо кришкою 19 і прокладкою 5					вал 1	1			45
						корпус 20	1			
						втулка 12	1			
						Ізолятор керамічний 2	10			

											Р о з р о б.	В и ш н е в с ь к и й			А р к
											П е р е в і р .	Б о р щ и к			2
											К е р і в н и к	Ш а п о в а л			
															А р к
	В и м .	А р ку ш	№ д о ку м .	П і д п и с	Д а т а	В и м .	А р ку ш	№ док у м	П і д п и с	Д а т а	Н. К о н т р .	Г о н д л я х			4

				О п е р а ц і й н а к а р т а С л ю с а р н и х , с л ю с а р н о - с к л а д а л ь н и х т а Е л е к т р о м о н т а ж н и х р о б і т								
Цех	участ	опер	Найменування операції					Обладнання (найменування, модель)				
			Збирання нагрівального валу									
Номер переходу	Зміст переходу					Технологічний режим	К-сть	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	T ₀		
						кришка 19	1					
						прокладка 15	1					
9	З допомогою шпонки 27 садимо на вал 1 реборду 16					шпонка 27	1	Прессгидравлический		5		
						вал 1	1	Q = 5T				

										реборда 16		1									
1 0	На вал 1 садимо в тулку 11										вал 1	1	Пресс гидра вличний			5					
											В тулка 11	1	Q = 5T								
1 1	з допомогою шпонки 26 на вал 1 садимо шестерню 17										вал 1	1	Пресс гидра вличний			5					
											шпонка 26	1	Q = 5T								
											шестерня 17	1									
1 2	На вал 1 садимо в тулку 8										вал 1	1									
											В тулка 8	1				45					
																Роз роб.	Вишне вський			Ар к	
																Пер ев ір.	Борщик			3	
																Кер ів ник	Шопов ал				
																					Ар к
																В и м.	Ар куш	№ до ку м.	Підп ис	Дата	В и м.

				Операційна карта Слюсарних, слюсарно- складальних та Електромонтажних робіт															
Цех	Уча	ст	ОП	Найменування операції								Обладнання (найменування, модель)							

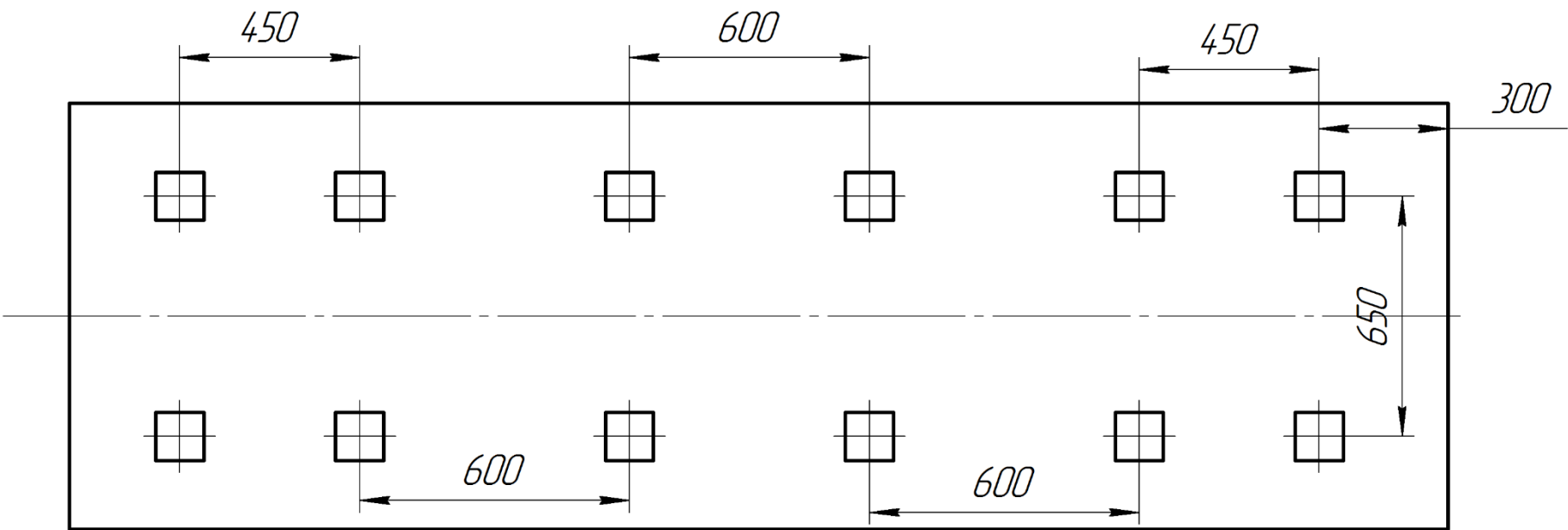
			Збирання нагрівального валу														
Номер переходу	Зміст переходу										Технологічний режим	К-сть	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	T ₀		
1 3	В корпус 3 садимо підшипник 30 і кільце 32										корпус 3	1	Прессгідравлічний				
											підшипник 30	1	Q = 5T				
											кільце 32	1					
1 6	Корпус 3 садимо на вал 1										вал 1	1					
											корпус 3	1					
1 7	На кришку 6 одягаємо прокладку 7										кришка 6	1					
											прокладка 7	1			5		
1 8	Кришку 6 закріплюємо на корпусі 3 з допомогою шайб 24 і болтів 21										кришка 6	1		Ключ гаєчний			
											корпус 3	1		S = 6			
											шайба 24	4			5		
											болт 21	4					
1 9	Загальний час складання														12 6		
											Розроб.	Вишне вський			Арк		
											Перевір.	Борщик			4		
											Керівник	Шоповал					
																Арк	

	<i>В и м.</i>	<i>А р ку ш</i>	<i>№ д о к у м.</i>	<i>П і д п и с</i>	<i>Д а т а</i>	<i>В и м.</i>	<i>А р ку ш</i>	<i>№ д о к у м</i>	<i>П і д п и с</i>	<i>Д а т а</i>	<i>Н. К о н т р.</i>	<i>Г о н д л я х</i>			<i>4</i>
--	-----------------------	---------------------	-----------------------------	------------------------	--------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------	------------------------------	--------------------------	--	--	----------

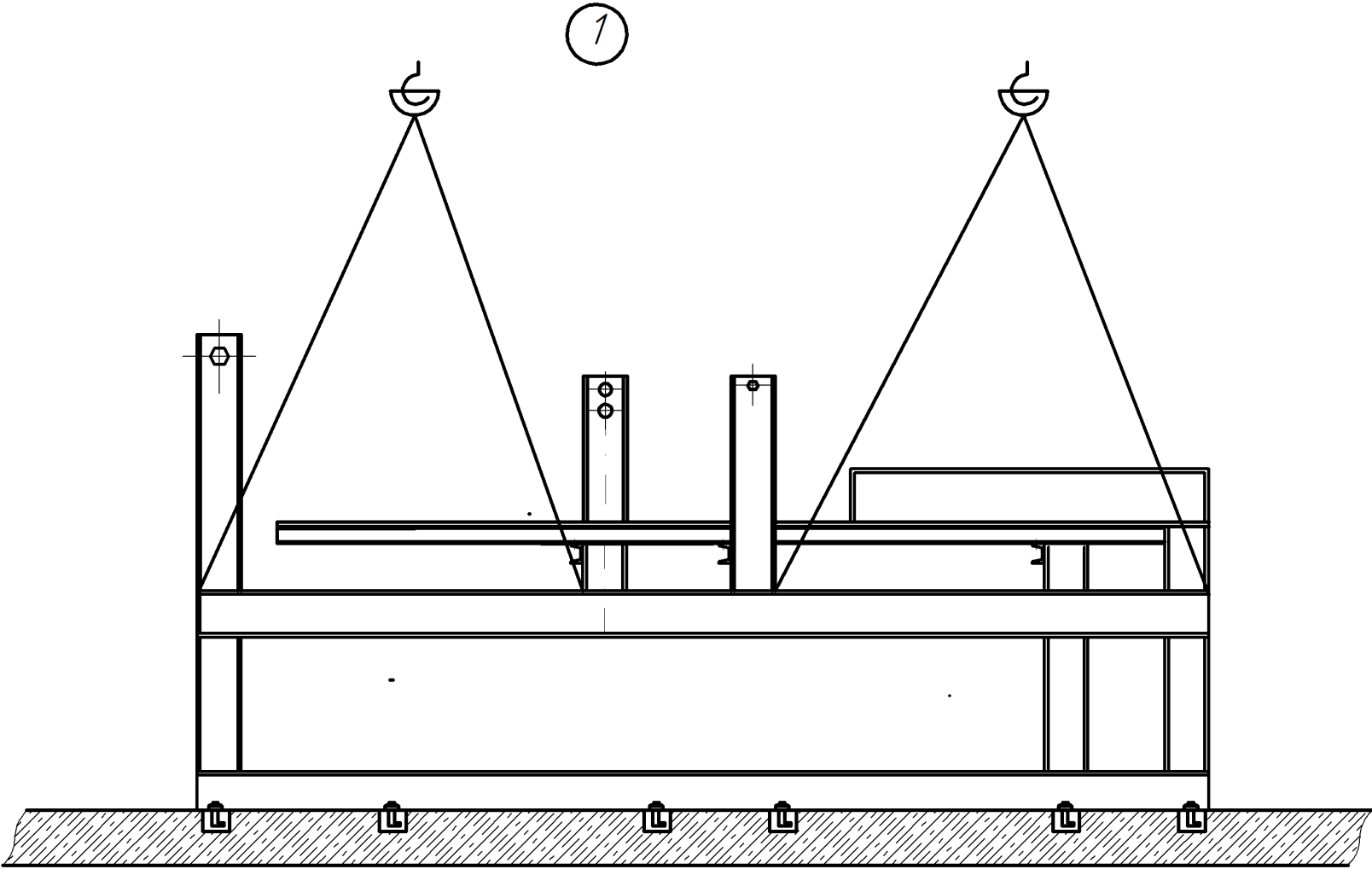
6.2 Технологія монтажу машини

Розроб	Вишневецький				
Перевір	Борщук				
Керівник	Шаповал				

План-схема розміщення фундаментних болтів

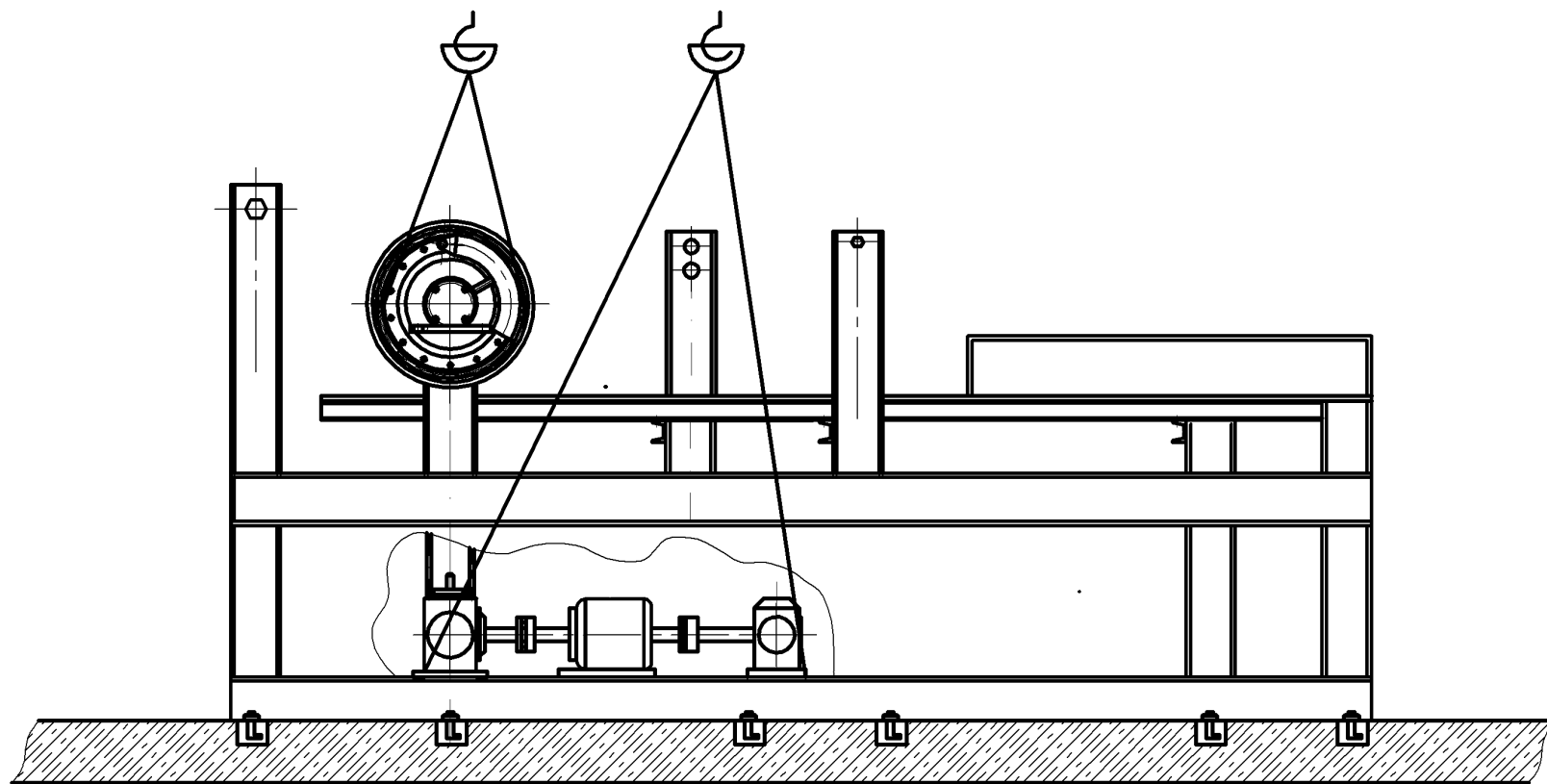


Розроб	Вишневецький		Карта ескізів монтажу
Перевір	Борщук		
Керівник	Шаповал		



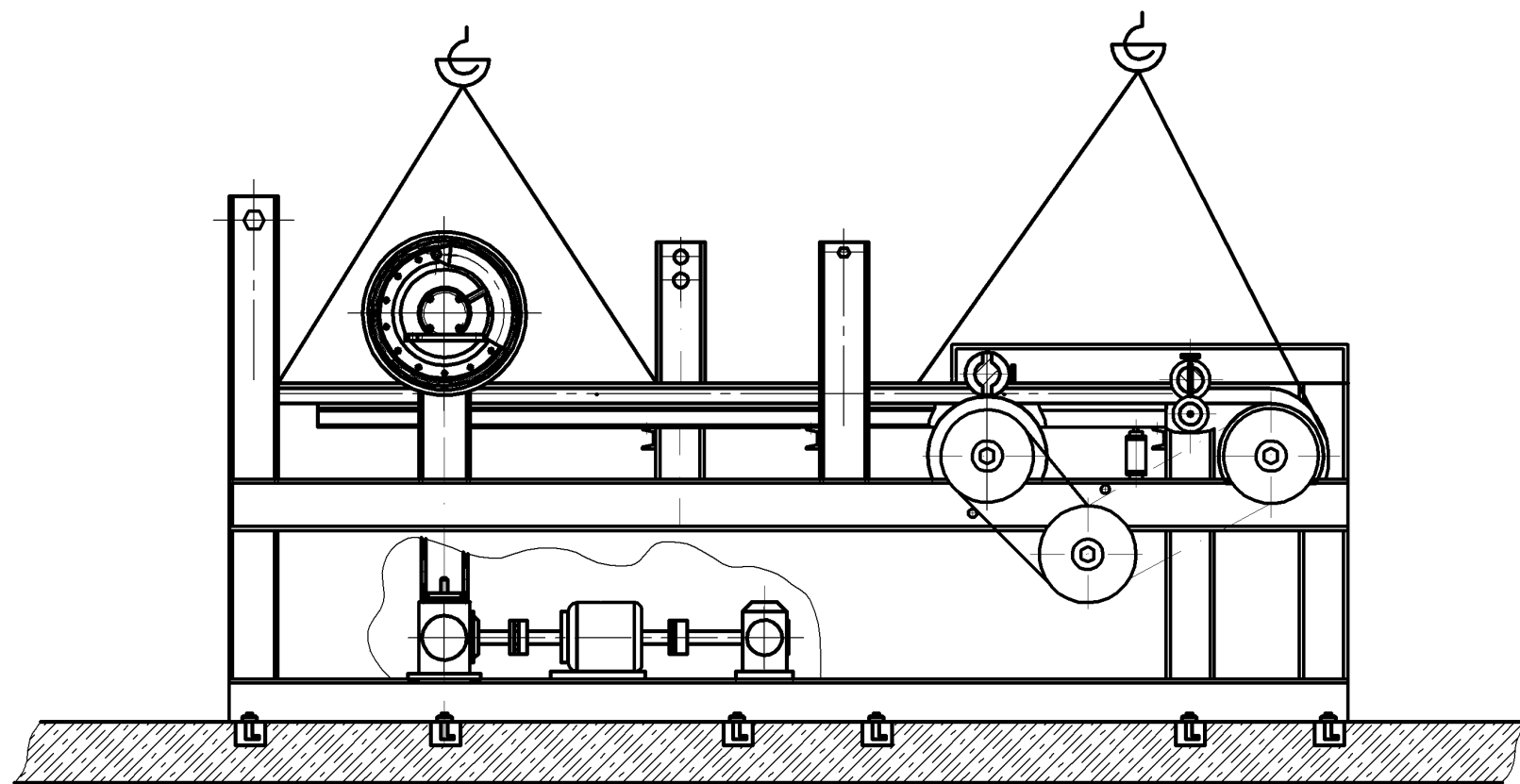
Розроб	Вишневецький		Карта ескізів монтажу
Перевір	Борщук		
Керівник	Шаповал		

2

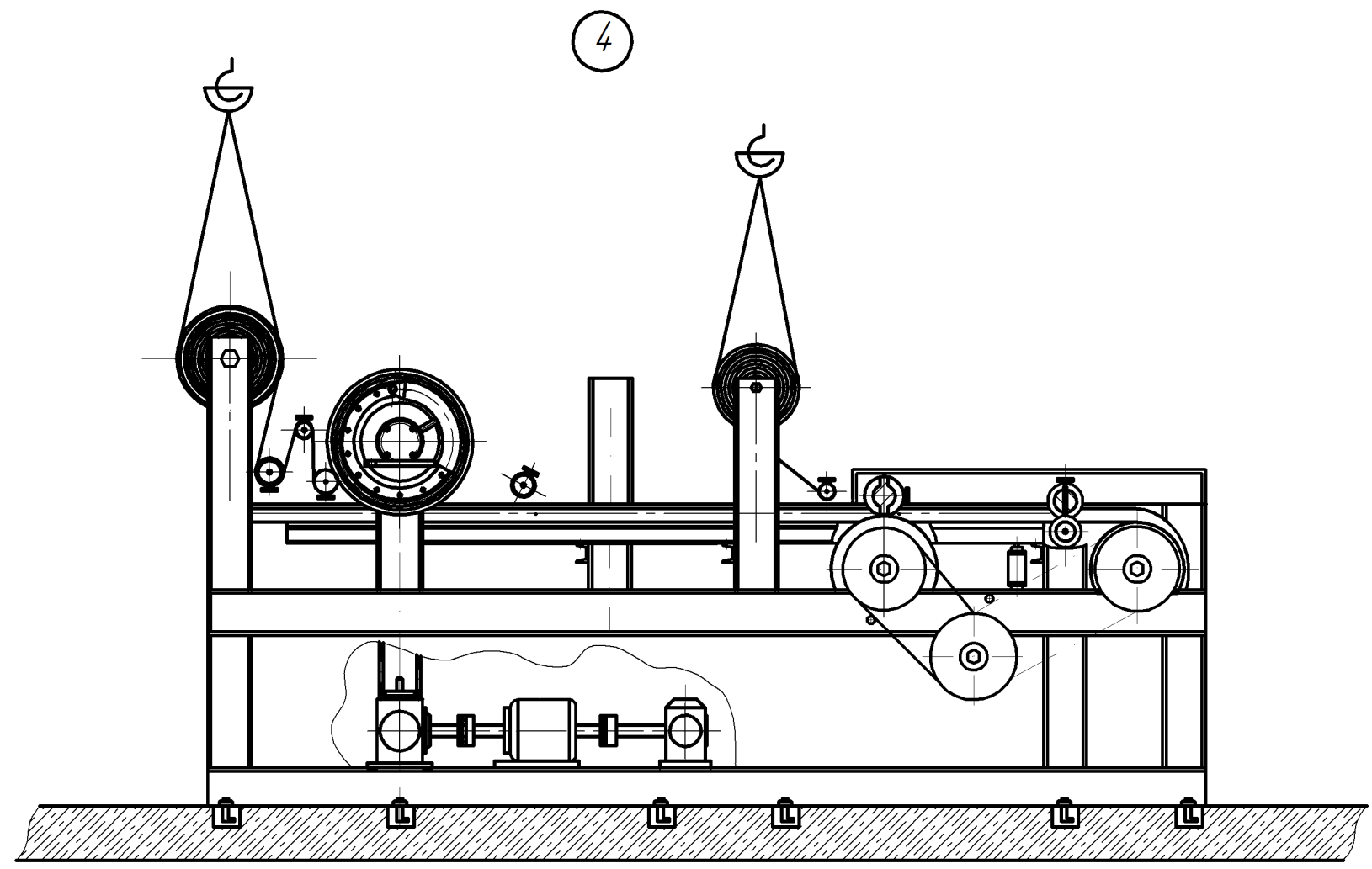


Розроб	Вишневецький		Карта ескізів монтажу
Перевір	Борщук		
Керівник	Шаповал		

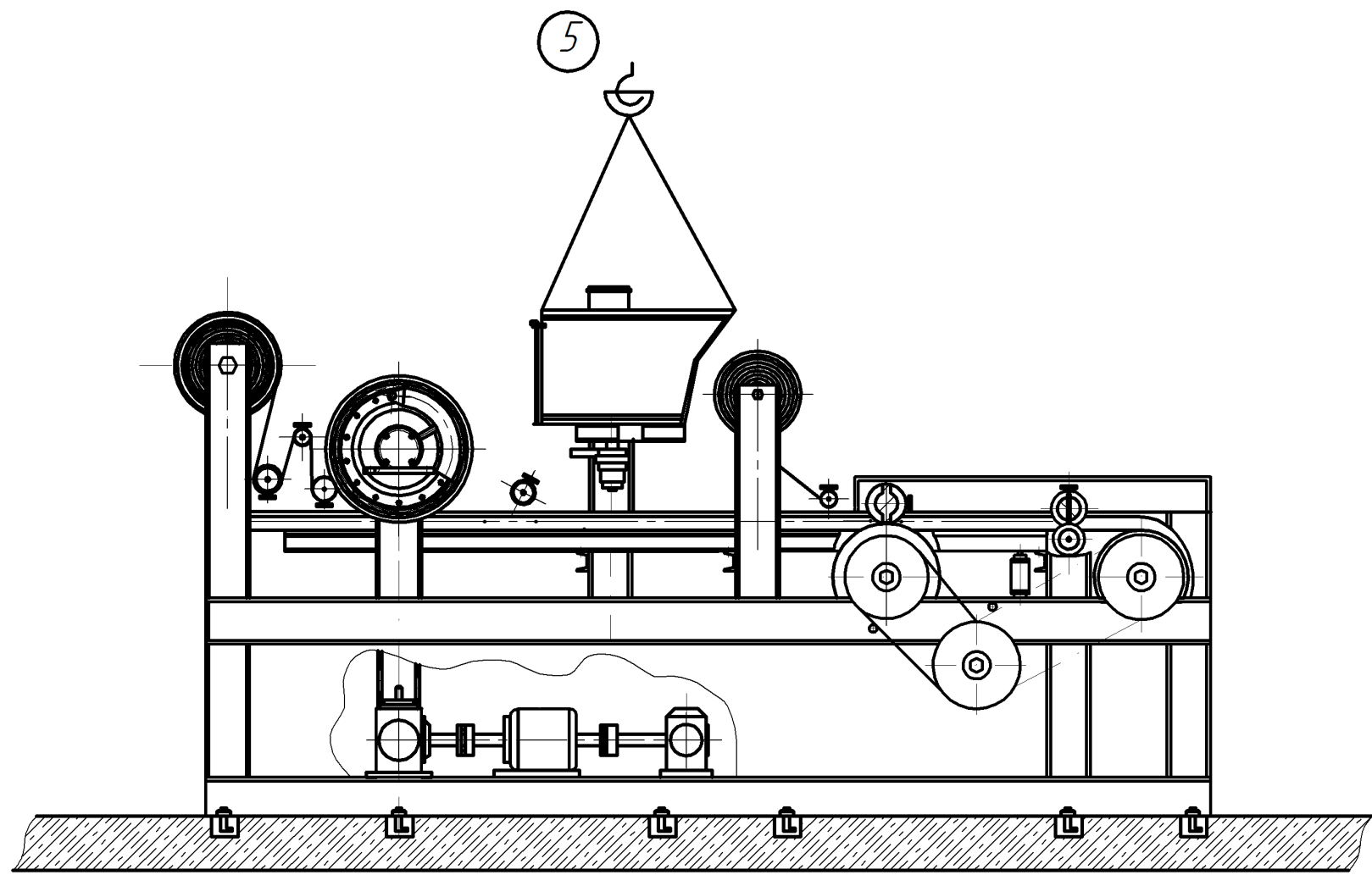
3



Розроб	Вишневецький		Карта ескізів монтажу
Перевір	Борщук		
Керівник	Шаповал		



Розроб	Вишневецький		Карта ескізів монтажу
Перевір	Борщук		
Керівник	Шаповал		



				Операції на карті Слюсарних, слюсарно- складальних та Електромонтажних робіт						
Цех	Ча	ст	оп	Найменування операції			Обладнання (найменування, модель)			
				Монтаж машини фасування і пакування						
Номер переход.				Зміст переходу		Технологічний режим	К-ст ь	Пристосування (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	T ₀
1				Застропити і підняти фундаментну плиту (раму) 1. наживити фундаментні болти 2 і опустити замісцем		Фундаментна рама 1	1	Кран підйомний	Гайковий	40
								Q = 10 т	ключ S=36	
2				Застропити і встановити рамну конструкцію 8, на фундаментну раму 1, наживити кріпильні болти 4.		рамна конструкція 8	1	Кран підйомний	Гайковий	20
								Q = 10 т	ключ S=32	
3				Застропити і встановити урухомник 5 поєднаний з насосом 6 на фундаментну раму 1, наживити кріпильні болти 4. Встановити формуючий вал 11, на рамну конструкцію 8		Урухомник 5	1	Кран підйомний	Гайковий	90
						Насос 6	1	Q = 10 т	ключ S=30	
						Формуючий вал 11	1		ключ S=18	
4				Застропити і встановити електродвигун 7у зборі з приводом 3 та		електродвигун 7	1	Кран підй	Гайковий	15 0

	Операц і й на карта Слюсарних. слюсарно-		
--	---	--	--

к о н в е с р о м 15 н а ф у н д а м е н т н у р а м у 1, н а ж и в и т и к р і п и л ь н і б о л т и 4. З а с т р о п и т и і в с т а н о в и т и п р и с т р і й п а й к и 12, л а н ц і г о в у п е р е д а ч у 14 т а п р и с т р і й п е р ф о р у ю ч и й 13, н а р а м н у к о н с т р у к ц і ю 8,												о м н и й			
										у р у х о м н и к 3	1	Q = 10 т	к л ю ч S=30		
											Р о з р о б.	В и ш н е в с ь к и й			А р к
											П е р е в і р .	Б о р щ и к			1
											К е р і в н и к	Ш а п о в а л			
															А р к
	В и м.	А р куш	№ до кум.	П і д п и с	Д а т а	В и м.	А р куш	№ до к ум	П і д п и с	Д а т а	Н. К о н т р .	Г о н д л я х			3

№ цеха	№ у час	№ о п е рац	Найменування операції				Обладнання (найменування, модель)			
			Монтаж машини фасування і пакування							
Номер переход.	Зміст переходу				Технологічний режим	К-ст ь	П р и с т о с у в а н н я (код та найменування)	І н с т р у м е н т (код та найменування)	Т о	
					конвеєр 15	1		ключ S=26		
					пристрій пайки 12	1				
					пристрій перфоруючий 13	1				
					Ланцюг 14	1				
5	Застропити і встановити пристрій розмотування плінки 15 і 9, нагрівальні вали 10, направляючий вал 14 на рамну конструкцію 8,				пристрій розмотування	1	Кран підйомний	Гайковий	85	
					плінки 15 і 9		Q = 10 т	ключ S=26		
					нагрівальні вали 10	3		ключ S=30		
					направляючий вал 14	1		ключ S=26		
6	Встановити і закрити термостат 16, і на нього дозатор 17,				дозатор 17	1	Кран підйомний	Гайковий	40	
					термостат 16		Q = 10 т	ключ S=26		

											Р о з р о б.	В и ш н е в с ь к и й			А р к
											П е р е в і р	Б о р щ и к			2
											К е р і в н и к	Ш а п о в а л			
															А р к
	В и м.	А р ку ш	№ д о ку м.	П і д п и с	Д а т а	В и м.	А р ку ш	№ д о к у м	П і д п и с	Д а т а	Н. К о н т р.	Г о н д л я х			3

				О п е р а ц і й н а к а р т а С л ю с а р н и х , с л ю с а р н о - с к л а д а л ь н и х т а Е л е к т р о м о н т а ж н и х р о б і т									
Цех	участ	опер	Найменування операції					Обладнання (найменування, модель)					
			Монтаж машини фасування і пакування										
Номер переход.	Зміст переходу					Технологічний режим		К-сть	Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T ₀
7	Встановити огорожу на ланцюгову передачу												
8	Заповнити системи мастилом												
9	Підключити автомат до системи живлення												
10	Випробувати автомат на холостому ході												
11	Загальний час											42 5	

											Р о з р о б.	В и ш н е в с ь к и й			А р к
											П е р е в і р .	Б о р щ и к			З
											К е р і в н и к	Ш а п о в а л			
															А р к
	В и м.	А р куш	№ д о к у м.	П і д п и с	Д а т а	В и м.	А р куш	№ д о к у м	П і д п и с	Д а т а	Н. К о н т р.	Г о н д л я х			З

6.3 Технологія монтажу та експлуатації машини

3.2 Таблиця змащення

№ Поз.	Змащувані місця	Кількість точок змащування	Змазка	Метод змащування	Періодичність Змащування
1	Вузли нагріваючих валів: а) Шестерня б) Підшипник	6 6	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців
2	Підшипникові вузли формуючого валу	2	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців
3	Вузли пайкових валів: а) Шестерня б) Підшипник	2 4	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців
4	Вузли ріжучих валів: а) Шестерня б) Підшипник	2 4	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців
5	Підшипникові вузли пристроїв розмотки плінки	6	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців
6	Підшипникові вузли	2	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців

	урухомного валу				
7	Привідний редуктор: а) шестерні редуктора б) підшипникові вузли	2 4	I-20	заливка	1 раз/6 місяців
8	Підшипники електродвигуна	2	УС-2	набивка	1 раз/6 місяців

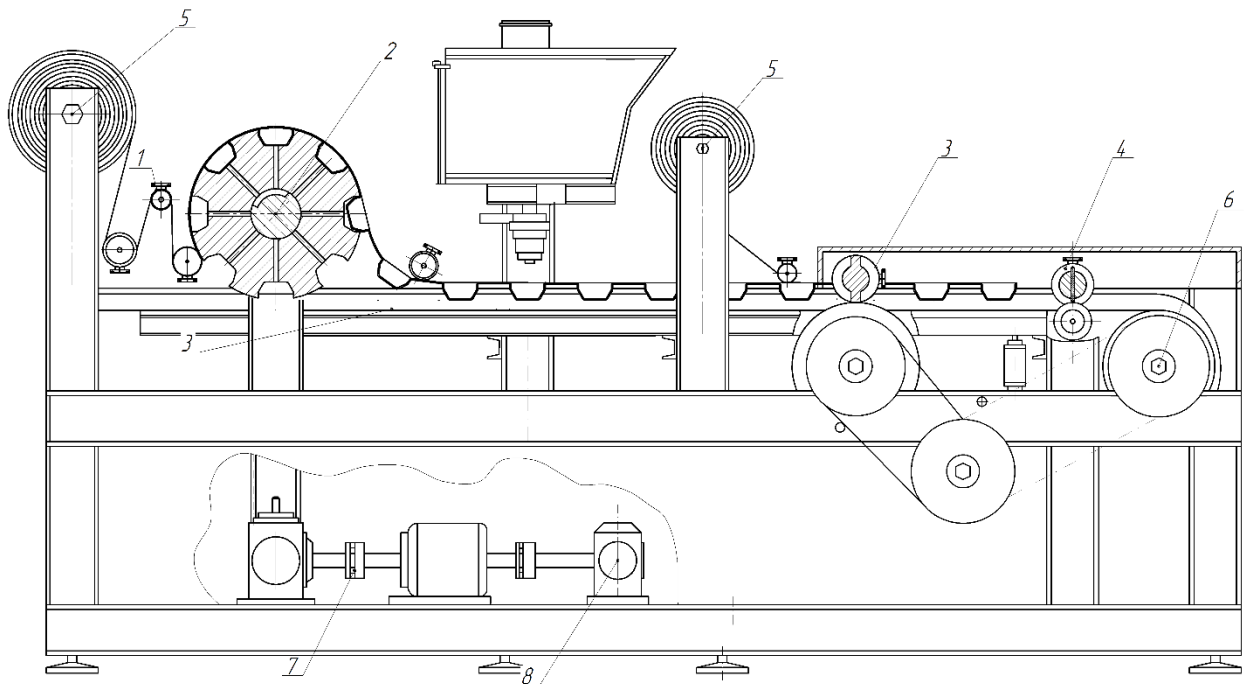


Рисунок 6.4 - Схема змащення

7 АВТОМАТИЗАЦІЯ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів призначена для пакування будь-яких рідких і пастоподібних середовищ. Такими середовищами можуть бути, як продукти харчування, будівельні матеріали так і побутово-хімічні речовини.

Так, як до складу автомата входить термостат накопичувач, можливе пакування густих продуктів, які при підвищенні температури змінюють свою плинність не міняючи при цьому смакових якостей і запахів.

Основним споживачем вакуум-формовочих автоматів є підприємства харчової і хімічної промисловості. Для інших видів промисловості, машини можуть мати певні модифікації, обумовлені вимогами замовника.

Автомат може також застосовуватися, як в медичній так і в парфумерній промисловостях.

Габарити автомата дозволяють невеликі що дає можливість завантаження машини на автомобіль і перевезення для пакуванні сезонних продуктів. При цьому необхідно дотримувати вимог безпеки й санітарних норм.

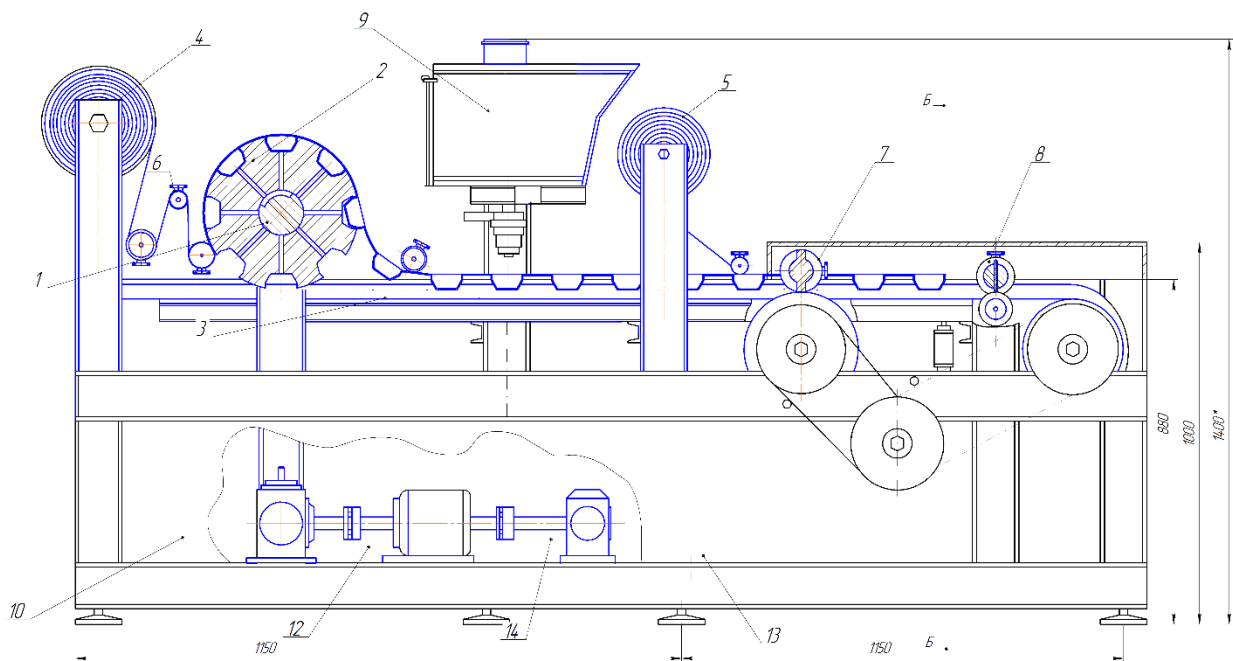
Автомат має пульт керування. До пульта керування подаються сигнали: датчиків температури, що підтримують необхідну температуру нагрівальних валів - термостатичного термометра який підтримує постійну температуру продукту, що пакується. З пульта керування здійснюється включення всього автомата, регулювання дозуючого пристрою, а також елементів автоматики (шляхових вимикачів, реле часу і т.д.)

Автомат постачений пристроєм для рахунку кількості готових пакувань

7.1 Опис роботи термоформувальної машини

Автомат пакувальний (Рис.7.1) являє собою рамну конструкцію 10, усередині якої встановлені механічні вузли. Рулон поліетиленової плівки встановлюється на механізм розмотування 4 і заправляється між направляючим роликом і нагрівальними валами. Поліетиленова плівка, уже нагріта, потрапляючи

Під час проходження комірок барабана їх внутрішня порожнина сполучається через канали дозуючого пристрою з вакуум-насосом 13. При подальшому обертанні барабана 2 скидається вакуум в його внутрішню порожнину, при цьому мірні ємності, повністю охолонувши, витягуються із барабана і виходять на горизонтальних рух транспортера 3, де вони наповнюються за допомогою дозатора 9 пастоподібним продуктом. Стрічка з рулонотримача 5 накриває їх, а ролики 7 утворюють по їх краях поздовжні і поперечні шви між дозами матеріалу. Ножами 8 відбувається різання полотна на пакети вздовж і впоперек. Після розрізання пакети по сковуючому жолобі випадають з автомата.



Апаратура в лінії:

- Механізм розмотування.
- Нагрівальні вали.
- Формувальний вал.
- Термостат з дозуючим пристроєм.

- Механізм розмотування.
- Механізм пайки.
- Механізм перфорації.
- Ножові вали.

Операції:

- 1 – Механізм розмотування.
- 2 – Механізм формування та нагрівання.
- 3 – Механізм розмотування.
- 4 – Механізм пайки.
- 5 – Механізм перфорації.
- 6 – Механізм різання.

7.2 Система 1-го класу складності

Система 1-го класу складності відрізняється тим , що в одному такті виконується тільки одна операція і один привід може спрацьовувати тільки один раз.

Робочий цикл:

1 – 2 – N2 – 3 – 4 – N4 – N3 – 5 – N5 – 6 – N6 – N1

Керуючі команди для робочого циклу

$$Y1 = XN9$$

$$YN1 = XN6 * XN7 * X9$$

$$Y2 = X1 * XN9 * XN8$$

$$YN2 = X8$$

$$Y3 = XN2 * X8 * XN7$$

$$YN3 = XN4 * X7$$

$$Y4 = X3 * XN7$$

$$Y_{N4} = X_7$$

$$Y_5 = X_9 * X_8$$

$$Y_{N5} = X_{N8}$$

$$Y_6 = X_{N5} * X_{N8} * X_7$$

$$Y_{N6} = X_{N7}$$

Для елементів пам'яті:

$$Y_7 = X_4$$

$$Y_{N7} = X_6$$

$$Y_8 = X_2$$

$$Y_{N8} = X_5$$

$$Y_9 = X_{N3} * X_7$$

$$Y_{N9} = X_{N1}$$

Граф

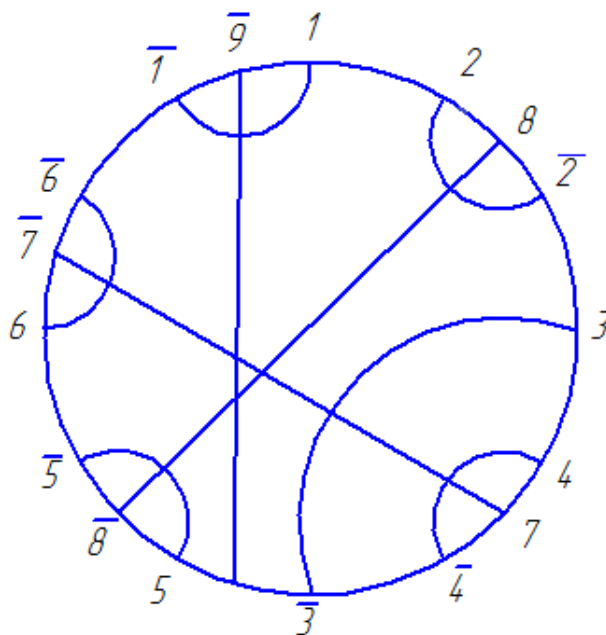


Рисунок 7.2 Функціональний граф по циклу

Функціональний модуль 1

Зважаючи на те, що операцію розмотування доцільно виконувати обертальним рухом, в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, нереверсивний.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 1.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 1.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти реле по часу по включенню:

Кількість – 1 шт.;

Функціональний модуль 2

Зважаючи на те, що операцію нагрівання валів та формування тари доцільно виконувати обертальним рухом, в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, нереверсивний.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 2.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 2.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти реле по часу по включенню:

Кількість – 1 шт.

Функціональний модуль 3

Зважаючи на те, що операцію розмотування доцільно виконувати обертальним рухом, в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, нереверсивний.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 3.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 3.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти реле по часу по включенню:

Кількість – 1 шт.;

Функціональний модуль 4

В якості виконавчого пристрою для механізму пайки вирішено обрати пневматичний циліндр односторонньої дії з демпфуванням, поршньовий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 4.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням.

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 4.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) доцільно взяти контактні датчики;

Кількість – 2 шт.

Функціональний модуль 5

Для механізму перфорації в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний циліндр односторонньої дії з демпфуванням, поршньовий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 5.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням.

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 5.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) доцільно взяти контактні датчики;

Кількість – 2 шт.

Функціональний модуль 6

Для операції різання доцільно обрати в якості виконавчого пристрою пневматичний циліндр односторонньої дії з демпфуванням, поршньовий, одноштоковий.

Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура - $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

кількість - 1 шт.;

позначення на схемі – 6.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двохстороннім пневмо-керуванням.

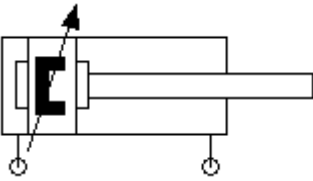
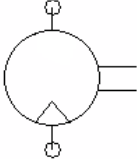
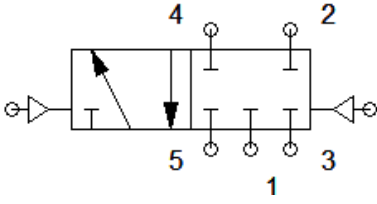
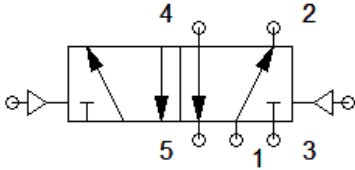
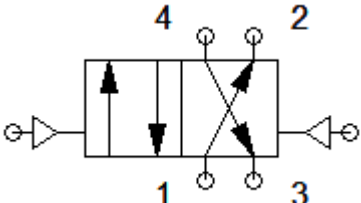
кількість - 1 шт.;

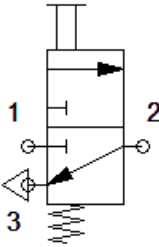
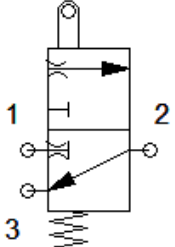
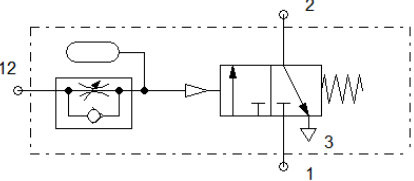
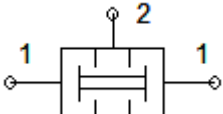
позначення на схемі – 6.1

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) доцільно взяти контактні датчики;

Кількість – 2 шт.

Таблиця 7.1 – Перелік позначень

№	Назва	Схема позначення	Фірма виробник	Маркування	К-сть
1	Пневмоциліндр двосторонньої дії		“Pneumax”	1305.40.50.01 (ISO)	3
2	Пневматичний мотор нереверсивний		ЗАО “Инструм-Рэнд”	MRV005CL	3
3	Розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двухстороннім пневмокеруванням		“Pneumax”	315.11.00	3
4	Розподільник 5-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двухстороннім пневмокеруванням		“Pneumax”	305.M9	3
5	Розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двухстороннім пневмокеруванням		“Pneumax”	302.P6	3

6	Кнопка запуска		"ТК ЭНЕРГО"	БЕТ	1
7	Контактный датчик		"ТК ЭНЕРГО"	ВБЕ	6
8	Реле часу		Rockwell Automation	TR4N 1	3
9	Двухпозиционный клапан		Festo	T-R4E	13

8 СТАРТАП ПРОЕКТУ

8.1 Опис ідеї стартап проекту

Суть стартап проекту полягає в створенні підприємства для створення автоматичних машин пакування для невеликих і новостворених підприємств. Опис ідеї стартапа наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення підприємства в сфері автоматичних машин пакувань	Інженерні послуги. Розробка та удосконалення обладнання в галузі пакування.	Клієнт отримує розробку нового і сучасного, або модернізацію вже готового обладнання під його підприємство.
	Виготовлення спроектованих машин з підтримкою їх працездатності впродовж життєвого циклу машини на виробництві.	Клієнту не потрібно шукати спеціалістів для ремонту обладнання при виходу його зі строю.
	Розробка програмного забезпечення для автоматичних систем пакувального обладнання	Клієнт впевнений в роботі автоматичної системи, оскільки воно було розроблено для кожної конкретної машини.

При дотриманні такого підходу клієнт отримує повний спектр послуг, при проблемах буде звертатись до нас, отже фірма не втрачає клієнтів і при розширенні виробництва звернеться повторно до нас [22].

Також було проведено аналіз техніко-економічних переваг у порівнянні з іншими конкурентами у даній галузі:

- визначено перелік техніко-економічних характеристик та властивостей власної ідеї ;

- визначено попередній перелік конкурентів, що вже існують на ринку, та знайдено інформацію щодо значень техніко-економічних показників для ідеї свого проекту та реалізованих проектів-конкурентів;
- проведено порівняльний аналіз показників, що мають а) гірші значення (W); б) аналогічні (N) значення; в) кращі значення (S).

Таблиця 8.2 Порівняльний аналіз показників ідеї проекту

№ п/п	Характеристики ідеї	Послуги конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Таском	Котріс	Капlou			
1	Інженерні послуги. Розробка та модернізація обладнання галузі пакування	+	+	+	+	-	+	-
2	Виробництво спроектованих машин	+	-	-	+	-	-	+
3	Розробка програмного забезпечення	+	-	-	-	-	-	+
4	База постійних клієнтів	-	+	+	+	+	-	-
5	Підтримка впродовж життєвого циклу машини	+	-	+	-	-	+	-

Згідно з порівняльного аналізу можна зробити висновки що стартап є конкуренто спроможним на ринку [22]

8.2 Технологічний аудит ідеї стартап проекту

У розділі розробка стартап проекту було проведено технологічний аудит способу за допомогою якого можливо реалізувати проект (таблиця 8.3)

Таблиця 8.3 Технологічна здійсненність стартап проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології та реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Створення підприємства в сфері автоматичних машин пакувань	Набір інтелектуальних ресурсів для підприємства. Оренда промислової площі з офісом недалеко. Закупівля потрібного обладнання для виготовлення спроектованих машин. Пошук партнерів для виконання певних заказних деталей.	Дані технології вже існують на ринку, тому потрібні тільки кваліфіковані кадри з інженерною освітою.	Технології доступні і широко використовуються в західних країнах
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: нові машини упакування і автоматизація підприємств				

З результатів технологічної здійсненності ідеї стартап-проекту можна зробити висновок, що методи реалізації є можливими і при належному фінансуванні запустити проект можливо у короткий термін [22].

8.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Основними гравцями на ринку є західні компанії, які працюють в більшості на великий бізнес, в той час, як малий і середній ринок поки не має сильних гравців.

Таблиця 8.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість гравців на ринку, од	5
2	Загальний обсяг продаж, \$	4500000
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Немає
5	Вимоги до стандартизації та сертифікації	ISO, ДСТУ, ГОСТ
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	70

За попереднім оцінюванням наведеному у таблиці можна зробити висновки що ринок є привабливим для входу [22].

8.4 Розроблення ринкової стратегії стартап проекту

Розроблення ринкової стратегії, передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних клієнтів (таблиця 8.5). Вибір цільових груп передбачає розглядання, як малого і середнього, так і розглядання великого бізнесу не дивлячись на конкуренцію з більш досвідченими гравцями.

Таблиця 8.5 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в цьому сегменті	Простота входу в сегмент
----------	---	--	---	---	--------------------------------

	клієнтів				
1	Малий бізнес	Висока	Високий	Мала	Висока
2	Середній бізнес	Висока	Середній	Мала	Висока
3	Великий бізнес	Середня	Середній	Висока	Низька

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 8.6)

Таблиця 8.6 Визначення базової стратегії розвитку

№ п/ п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегія спеціалізації	Концентрація на основних потребах багатьох цільового сегменту	Виготовлення унікального обладнання під конкретні підприємства.	Наступник

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 8.7)

Таблиця 8.7 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект новим на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні	Компанія буде	Компанія буде розробляти	Стратегія

		більше орієнтована на малий бізнес де мало конкурентів	і випускати унікальне обладнання по вимогам клієнта	виклику лідера
--	--	--	---	----------------

Відповідно до проведеного аналізу перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна так, як на ринку мала кількість компаній, яка надає такий спектр послуг. І має перспективи росту на ринку послуг який відновлюється [22].

9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Згідно Кодексу законів про працю України від 20.04.92 на всіх підприємствах повинні створюватися здорові і безпечні умови праці (ст. 153).

Ці умови включають раціональне використання площі виробничих приміщень та місць розташування обладнання, вірну експлуатацію обладнання і організацію технологічних процесів, захист працюючих від впливу шкідливих умов праці, додержання в виробничих приміщеннях, місцях розташування обладнання та на робочих місцях санітарно-гігієнічних норм та правил.

Відповідно до теми магістерської дисертації «Машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування» розроблено оптимальні і безпечні умови праці для оператора, який обслуговує дану лінію.

Основою створення безпечних умов праці є чіткі знання небезпечних і шкідливих факторів, пов'язаних з конкретним виробництвом, їх впливу на організм людини, вимог нормативних документів щодо обмеження цього впливу і методів захисту працюючих.

Метою даного розділу є виявлення шкідливих і небезпечних факторів в цеху пакувальної машини. Оператор термоформувальної машини працює на лінії, в кабіні, де знаходиться пульт керування, площею $S = 20\text{м}^2$ і об'ємом $V = 70\text{м}^3$. При роботі на пакувальній лінії на оператора діють наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- повітря робочої зони і метеорологічні умови;
- безпека механізмів, що рухаються;
- виробничий шум;
- безпека ураження електричним струмом;
- надзвичайні ситуації.

Повітря робочої зони

Пакувальним матеріалом у розроблювальному автоматі є поліетилен. У процесі переробки він виділяє в повітряне середовище летучі продукти

термоокислювальної дисперсії, що містять органічні кислоти, карбональні сполуки, у тому числі формальдегід, окис вуглецю.

Продукти окислювання поліетилену викликають наркотична дія, викликають роздратування слизової оболонки ока, носу, гортані, порушують функції центральної нервової системи, печінки, викликають удушся, різкий кашель, сухість і тріщини шкіри.

Наявність настільки несприятливих для організму людини шкідливих речовин у повітряному середовищі робочої зони вимагає здійснення ряду заходів шкідливих речовин, що забезпечують зміст, у межах норми відповідно ГОСТ 12.1.005-88.

До них відносяться:

1. Періодичний контроль стану повітряного середовища робочої зони шляхом узяття проб повітря й аналіз його стану в лабораторних умовах.
2. Для усунення пар шкідливих речовин у місцях їхнього виділення й недопускання їхнього поширення в приміщенні встановлюються зони витяжної вентиляції над автоматом.
3. Виробничі приміщення обладнані протяжно - витяжною вентиляцією, що забезпечує видалення забрудненого повітря із приміщення й подачі в нього свіжого повітря.
4. Дотримання працівником правил експлуатації встаткування й норм техніки безпеки.

Метереологічні умови

Метереологічні умови в робочій зоні визначаються наступними факторами: температурою повітря $t^{\circ}C$, відносною вологістю повітря $\vartheta(\%)$, швидкістю руху повітря в робочому місці.

Необхідність обліку основних параметрів мікроклімату пояснюється необхідністю дотримання теплового балансу між організмом людини й навколишнім середовищем виробничих приміщень. Величина тепловиділення організму людини залежить від ступеня фізичної напруги в певних метереологічних умовах. Оптимальні норми температур, відносній вологості й

швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 - Граничні метеорологічні умови в робочій зоні

Сезон року	Категорія робіт	температура $t^{\circ}C$	Відносна вологість $\vartheta(\%)$	Швидкість руху повітря
Холодний і перехідний періоди року	Легка	20-23	40-60	Не більше 0,2
Теплий період року	Легка	22-25	40-60	Не більше 0,2

Наведені вище параметри метеорологічних умов робочої зони забезпечуються наступними заходами:

1. Джерела теплового випромінювання мають теплозахистні кожуха.
2. Підтримка необхідної температури в холодну пору року здійснюється подачею теплого повітря через систему калориферів.

Вологість і швидкість повітря регулюються об'ємом подаваного повітря за допомогою вентиляторів. Відповідно ДСП 3.3.6.042-99, встановлюються оптимальні умови для робочої зони приміщення при виборі яких ураховується пора року й категорія робіт

Небезпека рухомих механізмів

При роботі пакувального автомата підвищену небезпеку представляють робочі частини механізмів різання й перфорації плівки, рухомий ланцюг, що підтримує плівку на ділянках дозування, пайки, перфорації й різання й інші частини, що рухаються, урухомники.

Для виключення можливості травмування пакувальний автомат обладнаний захисними щитками й аварійними вимикачами.

Безпека працюючі гарантується дотриманням їм правил техніки безпеки, до роботи й після її.

До початку роботи:

1. Зробити зовнішній огляд устаткування й перевірити
 - а) наявність і справність огорожувальних щитів.
 - б) справність пристроїв, що блокують.
2. Правильність дії аварійних вимикачів.

Під час роботи:

1. Працювати тільки при закритих огорожувальних екранах. Робота з несправною системою, що блокує, не допускається.
2. Не заносити руки в район робочих частин механізмів різання й перфорації.
3. Не доторкатися до частин, що рухаються.

Виробничий шум

Джерелом виробничого шуму при роботі пакувального автомата є: електроурухомник, ланцюгова передача механізм перфорації, шум у наслідку коливань усього автомата й окремих його частин.

Шумові характеристики даного пакувального автомата зазначені в паспорті. Вони відповідають 65 дБ. Припустимі норми, відповідно до таблиці, для малонапруженої праці й даного виду трудової діяльності відповідають до 80дБ.

Для контролю відповідності фактичних рівнів шумів на робочих місцях виробляються виміри при найбільш характерному режимі роботи. Індивідуальні засоби захисту від шуму - застосування шумозахисних навушників. Нормування рівня шуму здійснюється відповідно до «Державних санітарних норм» ДСН 3.3.6.037-99.

Небезпека ураження електричним струмом

Приміщення в якому використовується пакувальний автомат, є приміщенням особливо небезпечне, тому що в цеху є хімічно активне

середовище, виділяються агресивні пари, гази, що діють агресивно на ізоляцію й струмоведучі частини устаткування. Крім цього в цеху обладнані підлоги посилені металевою плиткою, а також місця з бетонними підлогами. Тому особлива увага приділяється вимогам електробезпеки. Пакувальний автомат живиться від мережі змінного струму. Працює від напруги $U = 380\text{В}$; $n = 50\text{Гц}$.

Основні причини електричних травм:

1. Випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що перебувають під напругою.
2. Поява напруги на металевих конструктивних частинах корпусу в результаті ушкодження ізоляції.
3. Поява напруги на відключених струмоведучих частинах у результаті помилкового включення установки.
4. Виникнення крокової напруги на поверхні землі, у результаті замикання проводів на землю.

Основними мірами захисту від поразки струмом є:

- забезпечення неприступності струмоведучих частин, що перебувають під напругою для випадкового дотику.
- електричний поділ мережі на окремі електрично не зв'язані між собою ділянки за допомогою спеціальних поділяючих трансформаторів.
- застосування малої напруги.

При аварійному режимі у випадку ушкодження ізоляції - заземлення устаткування.

Заземлення установки використовується відповідно до ГОСТ12.1.030-81.

Біля датчиків заземлення нанесені незмивною фарбою знаки «Земля» за ГОСТ12.1.030-81.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитаній напрузі 200В з частотою 50 Гц протягом 1 хвилини.

Опір ізоляції є не менше 0.5 мОм.

Електрична апаратура, встановлена в середині робітничих приміщень має ступінь захисту $L_p=51$ ГОСТ 14254-80.

Ізоляція провідників вимірюється мегаметром ПО44Т У24-0.4-1970-80.

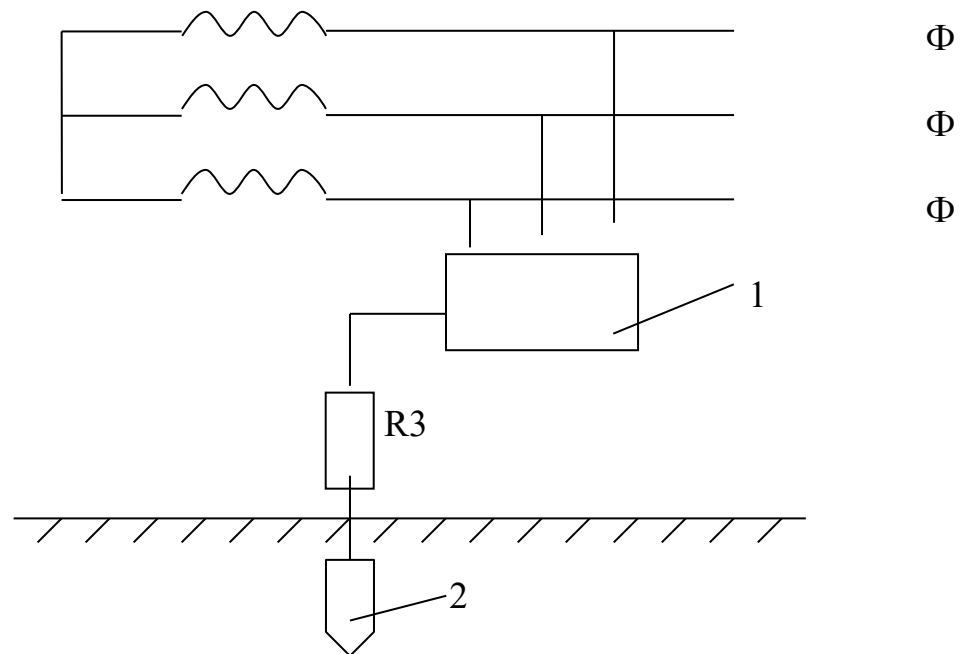


Рисунок 9.1 Принципова схема захисного заземлення 3-х фазна, трьохпровідна мережа з ізольованою нейтраллю.

1 – заземлюване обладнання

2 – заземлювач захисного заземлення

Застосування стаціонарних обгороджувальних суцільними, сітчастими (з розмірами вічок сітки не менше 10X10 мм і не більше 25X25 мм) або змішаними. Обгороджування обладнанні кришками, дверцями або дверима, що замикаються на замок або забезпеченими блокуваннями. Висота обгороджувальних електроустановок, повинна бути не нижче 1,7м.

Засоби орієнтації в електроустановках дозволяють персоналу орієнтуватися при виконанні робіт і застерігають його від помилкових дій. Орієнтацію забезпечують маркіровка частин електрообладнання (цифрові, символічні або буквено-сміслові умовні позначення), попереджувальні сигнали напису і таблички, попереджувальний знак «Обережно! Електрична напруга», відповідне розташування і забарвлення неізолюваних токоведучих частин і світлова сигналізація.

Захист працівників від дії електростатичних полів у приміщеннях забезпечуються відповідно до вимог ГОСТ 12.1.045-84 "ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля" (далі - ГОСТ 12.1.045-84) та інших чинних нормативно-правових актів.

Надзвичайні ситуації

Проектом передбачений ряд заходів для забезпечення безпечного проведення процесу:

1. Технологічна схема прийнята з мінімально-можливою кількістю апаратів при забезпеченні необхідної якості товарної продукції.
2. Передбачено протипожежні датчики на кожній ділянці наповнення фасувальної машини для виключення утворення вибухонебезпечних пило-повітряних сумішей при пуску в роботу, зупинці устаткування чи аварійній ситуації.
3. Машини для фасування, а також палетоукладчики та палетообмотчики оснащують огороженнями, заблоковані з пусковим пристроєм.
4. Машини и автомати на лініях фасування сухих будівельних сумішей повинні мати огороження і пристосування, що закривають рухомі частини, запобігаючи потраплянню в робочу зону сторонніх предметів .
5. Апарати, обслуговування яких зв'язано з перебуванням на висоті, обладнаються промисловими площадками зі східцями, що мають поручень висотою 1 м.
6. Всі компресори оснащують пристроями, що запобігають перевищення тиску в нагнітальній комунікації більше розрахункової величини.
7. Поточні лінії обладнують центральними пультами, що забезпечують управління лініями у всіх технологічних режимах роботи. Приводи всього обладнання, що входить до складу поточних ліній, повинні заблоковуватись таким чином, щоб у випадку непередбачуваної зупинки якої-небудь машини або конвеєра попередні машини автоматично відключались, а наступні працювали до повного видалення напівпродукту чи продукту.

8. Для забезпечення електробезпеки застосовується електроустаткування, що відповідає умовам навколишнього середовища, у тому числі по вибухозахисту; виконується захисне заземлення електроустановок, захист від проявів статичної електрики, блискавкозахисту будинків і споруджень. На випадок виникнення аварійної ситуації передбачене відключення електроустаткування з розподіленою системою керування.
9. На випадок виникнення аварійної ситуації обслуговуючий персонал забезпечений киснево-ізолюючими приладами типу “СТОСІВ-8” і фільтруючими протигазами марки “А” і “БКФ”.

Джерелом пожежної небезпеки є тверді горючі і важкогорючі матеріали, а саме полімери (поліпропілен, ПЕТ, поліетилен), температура загорання яких $t=300^{\circ}\text{C}$, температура самозагорання $t=360^{\circ}\text{C}$, згідно ГОСТ 12.1.044-89, і крафтпапір температура загорання якого $t=280^{\circ}\text{C}$, температура самозагорання $t=330^{\circ}\text{C}$, згідно ГОСТ 12.1.044-89, які при взаємодії з киснем повітря здатні горіти. А також вибухонебезпечний пил фракцій 1-3 мм, температура самозагорання якого від 240°C до 310°C , згідно ГОСТ 12.1.47-89, що при взаємодії з киснем повітря здатний утворювати вибухонебезпечні пило повітряні суміші.

Відповідно до ОНТП 24-86 категорія приміщення Б. Технологічна лінія призначена для експлуатації в протипожежних зонах класу П-22 по ПУЕ. Вогнестійкість будівлі по СНиП 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості II.

На технологічній лінії основними факторами виникнення пожежі можуть бути: недотримання персоналом правил технології фасування сухих будівельних сумішей; несправність електрообладнання; струм короткого замикання; перевантаження кабелів живлення; загорання ізоляції електропроводів; прямий удар блискавки у виробниче приміщення; нехтування правилами протипожежної безпеки на підприємстві .

Для забезпечення пожежної безпеки проектом передбачена система зв'язку й оповіщення, система порошкового пожежогасіння, система вибухозахисних датчиків, система аварійної вентиляції, а також первинні засоби пожежогасіння.

Вибухозахисні датчики спрацьовують при 20% НКМВ, при цьому автоматично вмикається система аварійної вентиляції з продуктивністю $J > 2400 \text{ м}^3/\text{год}$.

У випадках, коли $< 10\%$ НКМВ пожежогасіння здійснюється за допомогою 5 стаціонарних порошкових вогнегасників САМ-9, які спрацьовують при $t = 72^\circ\text{C}$.

Зовнішнє пожежогасіння виробничого будинку здійснюється від пожежних гідрантів існуючої кільцевої протипожежної мережі.

Крім того, на установці передбачена наявність первинних засобів пожежогасіння: порошкових вогнегасників типу ОПС-6, ОП-1, СИ-120, пересувних вуглекисневих вогнегасників УП-1М, шухляд з піском.

У разі виникнення пожежі персонал покидає приміщення через 2 еваковиходи згідно з планом евакуації (див. рис. 9.2.). Еваковиходи мають розміри 2200×1800 і 2200×1200 , що відповідає СНиП 2.02.05-85.

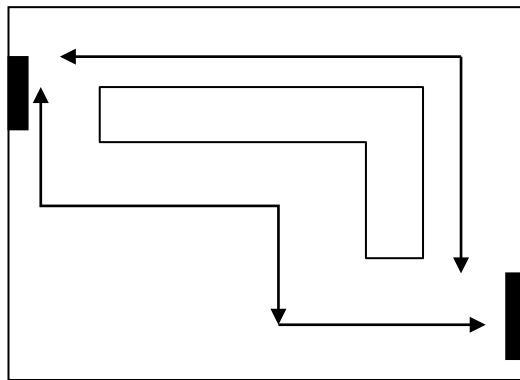


Рисунок 9.2 - План евакуації

10 МОДЕРНІЗАЦІЯ ВУЗЛА ТЕРМОФОРМУВАННЯ МАШИНИ ФАСУВАННЯ І ПАКУВАННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

10.1 Розробка 3D моделей базової і модернізованої конструкцій формувального барабана машини фасування і пакування

У процесі виконання магістерської дисертації було розроблено твердотільні моделі базової і модернізованої конструкцій формувального барабану розглянутої машини пакування з метою демонстрації переваг запропонованої модернізації за патентом[11] порівняно з існуючою конструкцією. Розробку 3D моделей вузлів установки здійснено у середовищі CAD-системи SolidWorks [19].

На рис.10.1 зображено формувальний барабан базової конструкції, який включає вал, шпонки, барабан, шестерні, підшипники, прокладки, болти, кришки, кріплення та трубки для процесу вакуумування.

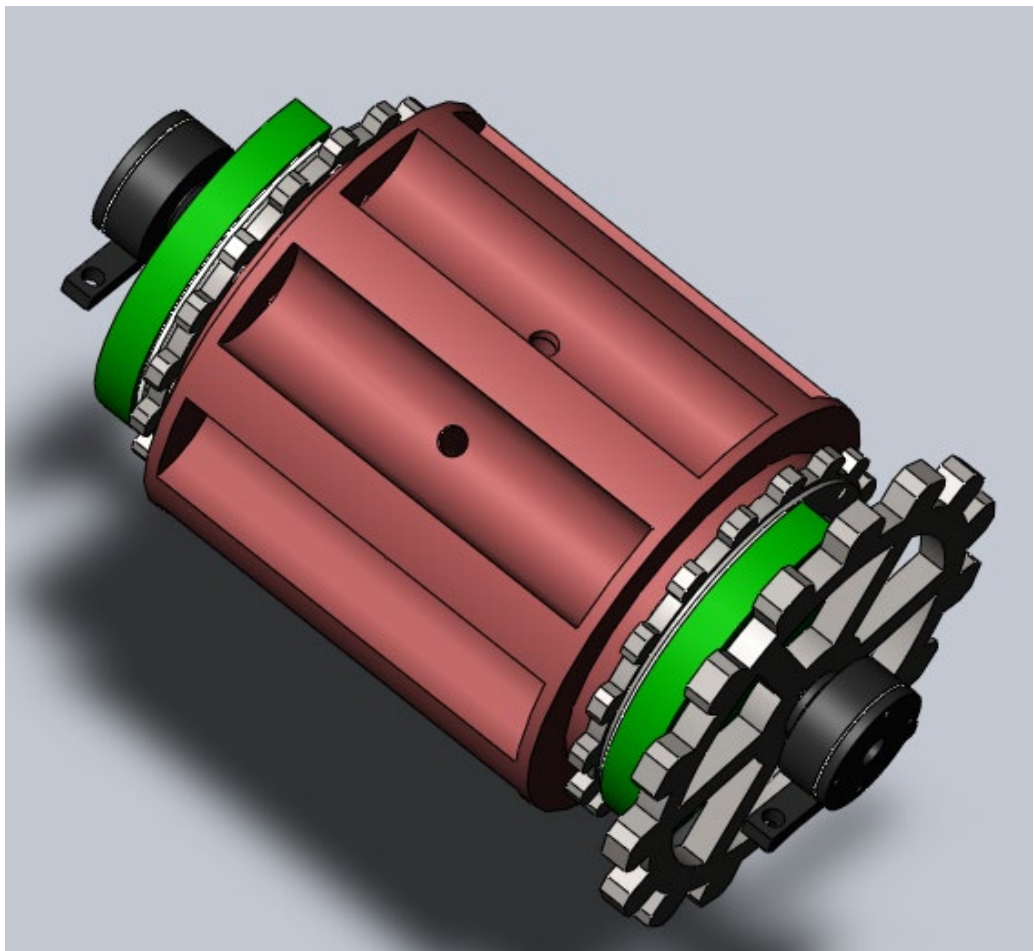


Рисунок 10.1 Базова модель формувального барабана

На рис.10.2 зображено конструкцію модернізованого формувального барабану. Головною відмінністю модернізованої конструкції барабану порівняно

з базовою є зміна напрямку руху в протилежний бік, кількість комірок, де одночасно відбувається процес вакуумування і сама форма для ємності тари.

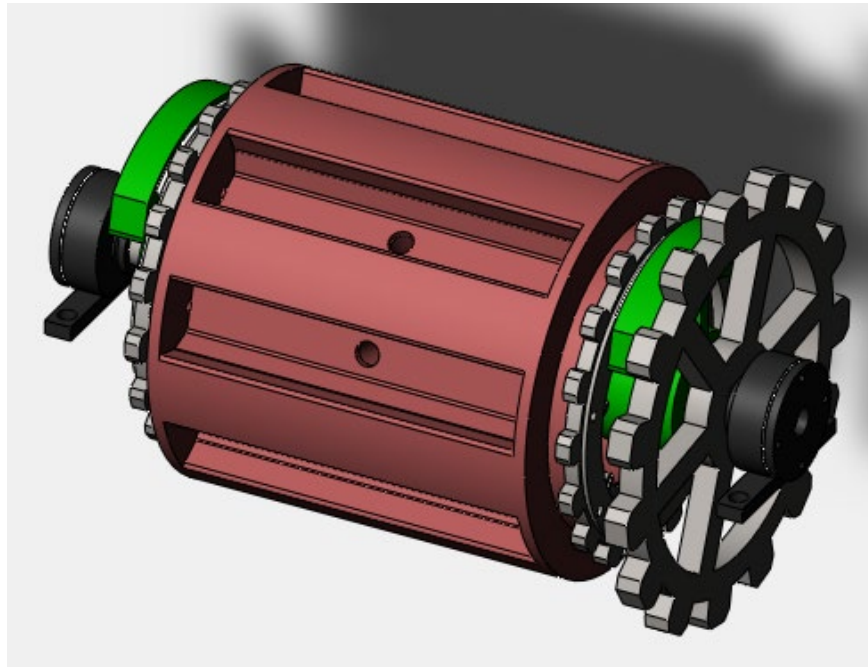


Рисунок 10.2 Модернізована модель формувального барабана

10.2 Розрахунки на міцність базової конструкції формувального барабану.

Визначення запасу міцності

Для числового моделювання напружено-деформованого стану (НДС) базового обладнання було обрано барабан з формувального барабану, оскільки саме ця деталь зазнає найбільшого механічного навантаження під час експлуатації і визначає міцність усього вузла.

Числовий аналіз НДС барабану базової конструкції виконано з використанням програмних продуктів ANSYS Workbench [20] – Analysis System – Static Structural. Результат дискретизації геометричної моделі барабана, або ж побудова скінченно-елементної сітки, наведено на рисунку 10.3. При цьому розмір скінченного елемента виставлено 0,02 м, що дає змогу отримати достатню точність розрахунків при невеликій тривалості розрахунку. Для перевірки точності розрахунків використовували метод подвійного перерахунку для досягнення сіткової збіжності.

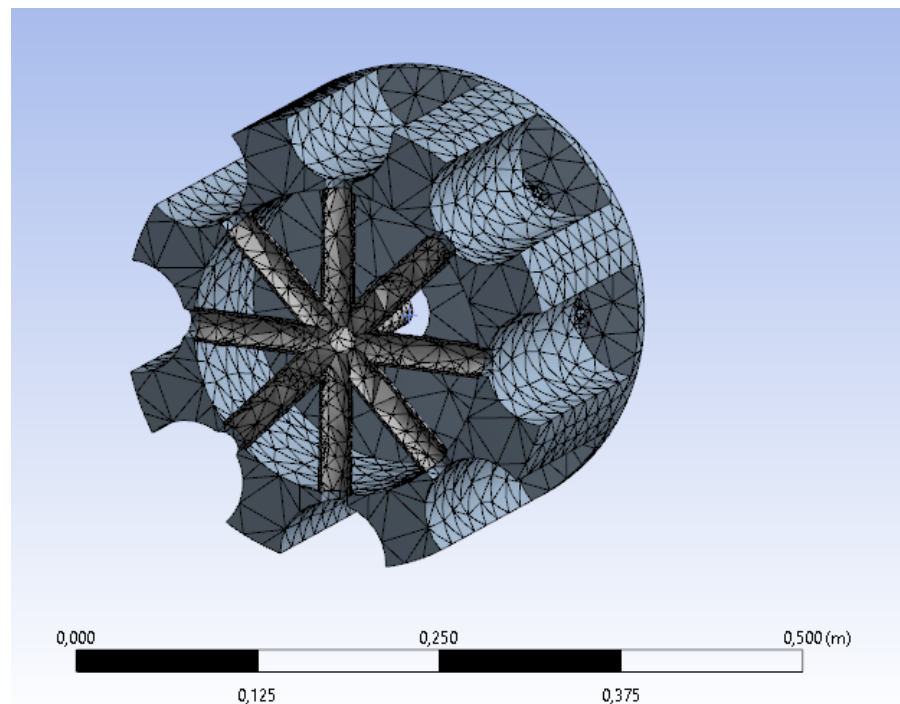


Рисунок 10.3 Дискретизація барабану базової конструкції на скінченні елементи (показано праву половину)

Схема навантаження (граничні умови) барабана базової конструкції наведена на рисунку 10.4. Закріплення задавалися у місці з'єднання барабана з валом, який пізніше ставиться на підшипниковий вузл. Зусилля вакуумування 1бар, з поворотом барабана змінюють комірки, але фактично залишаються на місці, задавалися в активних ділянках комірок і в системі труб вакуумування в певних час. Було додано обертання барабана в розмірі 0.107рад/с.

A: Static Structural
 Static Structural
 Time: 1, s
 16.12.2019 8:59

- A** Pressure: 1,e+005 Pa
- B** Displacement
- C** Rotational Velocity: 0,107 rad/s
- D** Cylindrical Support: 0, m
- E** Cylindrical Support 2: 0, m

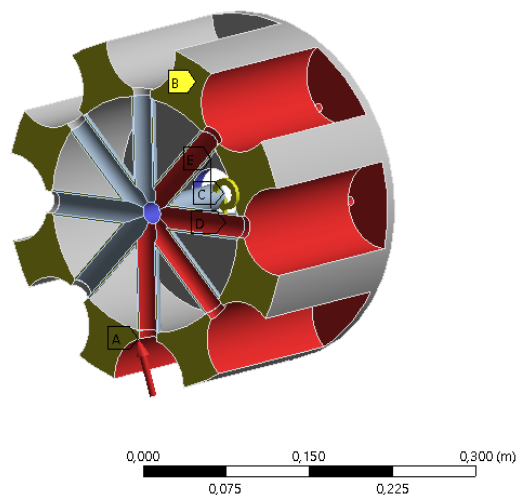


Рисунок 10.4 Схема навантаження (граничні умови) барабана базової конструкції (показано праву половину)

Конструкційними матеріалами барабану базової конструкції і модернізованої є титан. Механічні властивості титана наведено в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – Фізичні властивості конструкційних матеріалів барабану

Матеріал/властивість	Модуль Юнга E , ГПа	Коефіцієнт пуансона, ν	Густина ρ , кг/м ³	Модуль текучості σ_T , МПа
Сталь	200	0,3	7850	330

Результати числового моделювання НДС барабану базової конструкції наведено на рисунках 10.4–10.7. Максимальні результуючі переміщення барабану склали $9.46 \cdot 10^{-7}$ м (рисунок 10.4), що є не критичними для формуючого барабану.

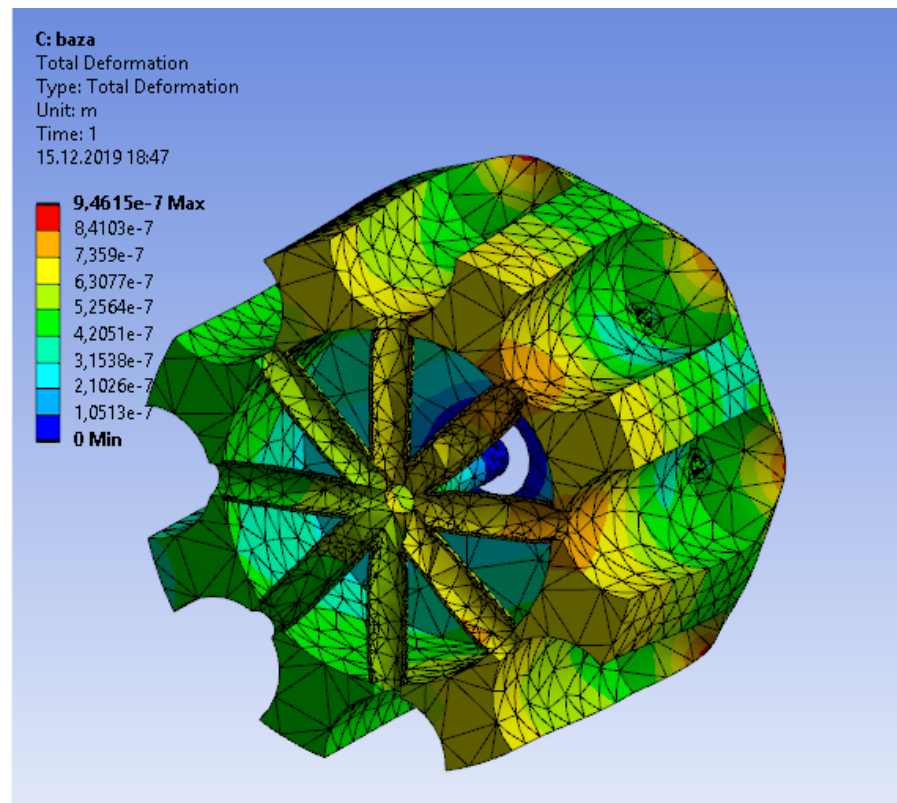


Рисунок 10.4 Поле результуючих переміщень барабану базової конструкції (показано праву половину)

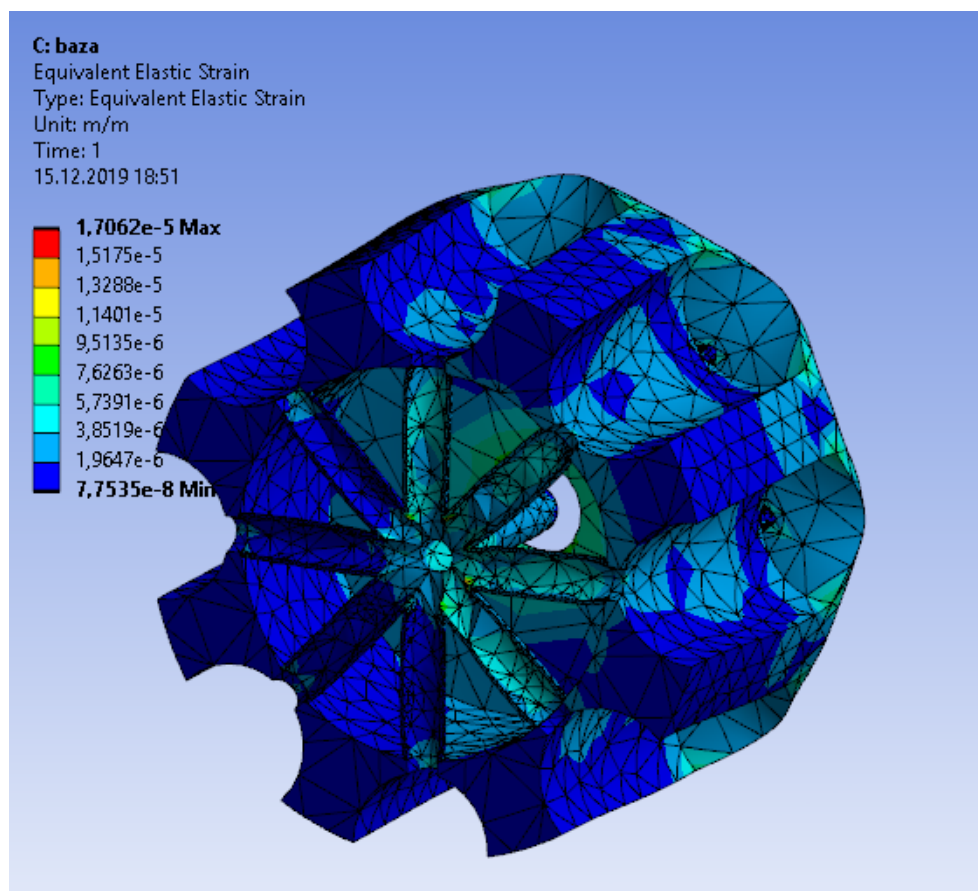


Рисунок 10.5 Поле еквівалентних деформацій за Мізесом барабана базової конструкції (показано праву половину)

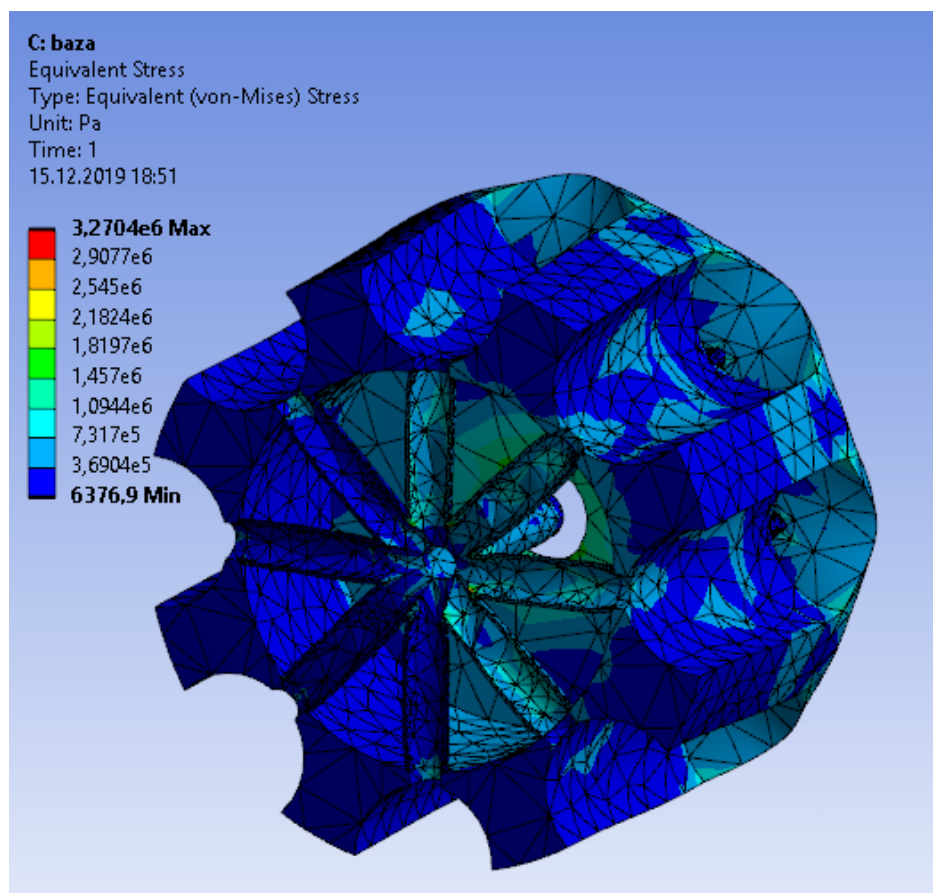


Рисунок 10.6 Поле еквівалентних напружень за Мізесом барабана базової конструкції (показано праву половину)

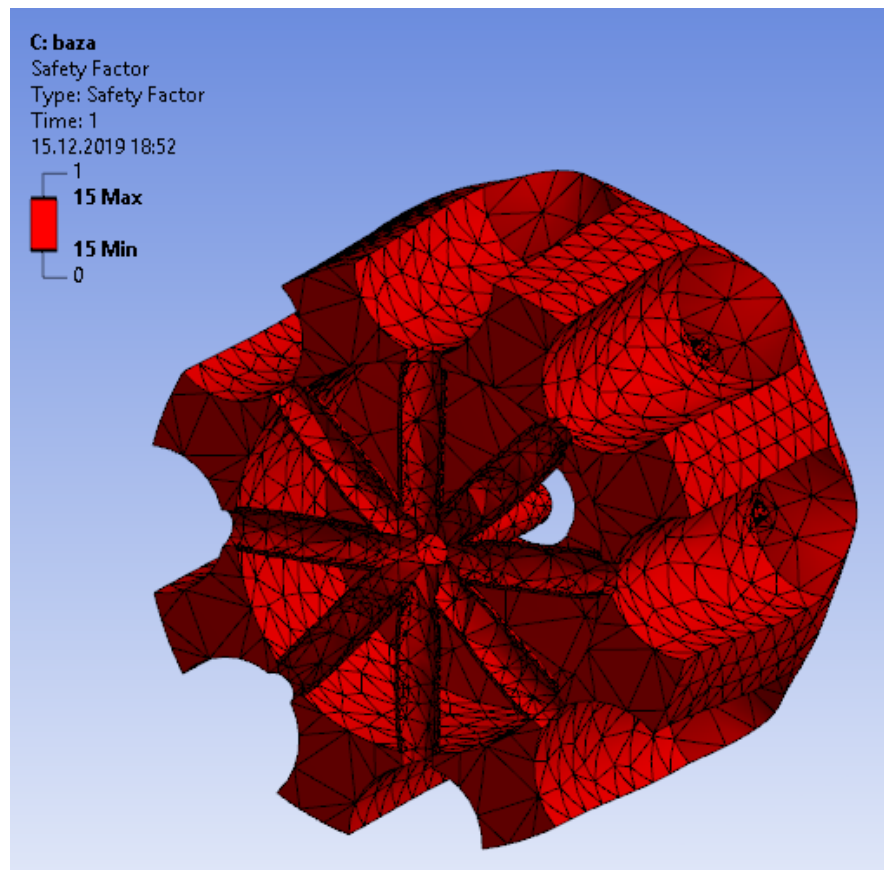


Рисунок 10.7 Поле запасу міцності барабана базової конструкції (показано праву половину)

Висновок. За результатами числового моделювання НДС було встановлено, що формуючий барабан базової конструкції має запас міцності 15, що забезпечить повну надійну та довготривалість експлуатації.

10.3 Розрахунки на міцність модернізованої конструкції формувального барабану. Визначення запасу міцності

Було обрано так само, як у випадку базового устаткування - барабан для забезпечення коректних умов порівняння числового моделювання НДС модернізованого обладнання.

Числовий аналіз НДС барабану модернізованої конструкції також виконано з використанням програмних продуктів ANSYS Workbench [20] – Analysis System – Static Structural. Результат дискретизації геометричної моделі барабана модернізованої конструкції наведено на рисунку 10.8. При цьому розмір скінченного елемента обрано такий же як у базової конструкції.

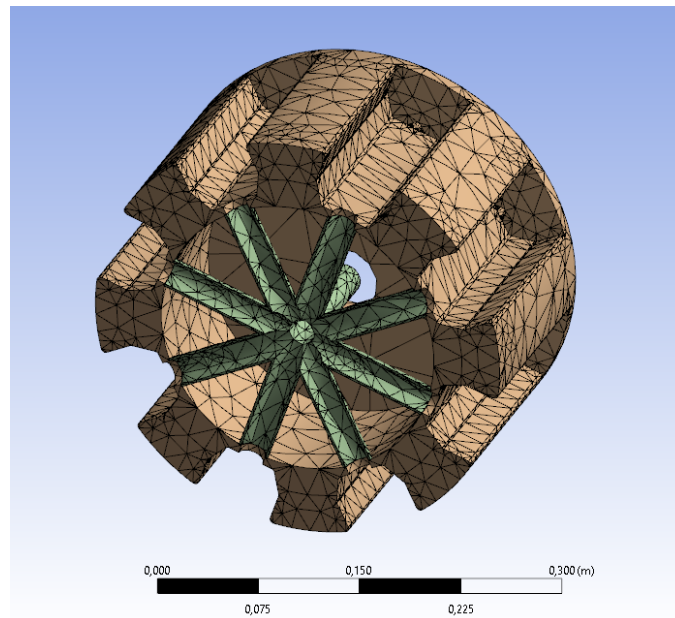


Рисунок 10.3 Дискретизація барабану модернізованої конструкції на скінченні елементи (показано праву половину)

Схема навантаження барабану модернізованої конструкції наведена на рисунку 10.9. Закріплення таке саме, як і для базової конструкції

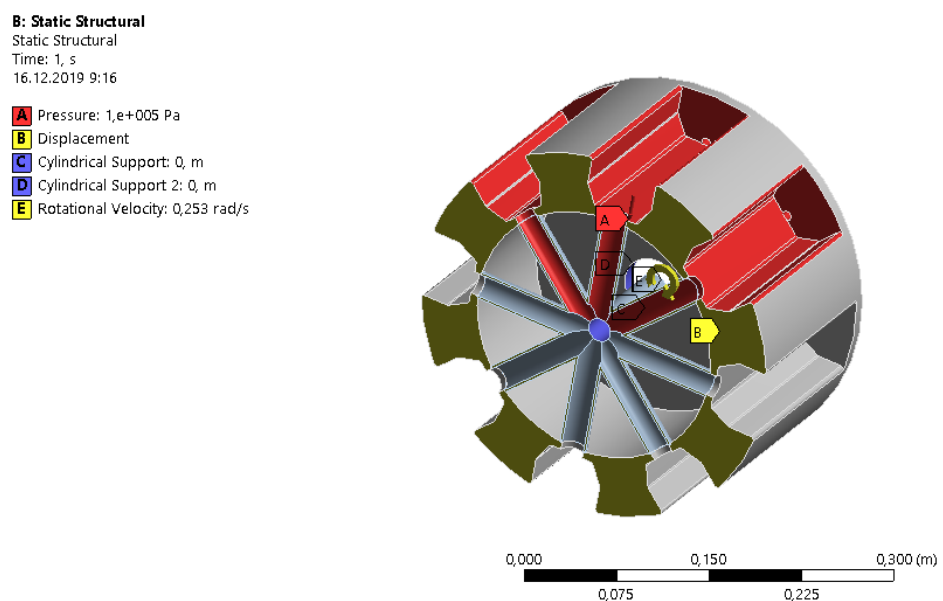


Рисунок 10.9 Схема навантаження (граничні умови) барабану модернізованої конструкції (показано праву половину)

Результати числового моделювання НДС барабану модернізованої конструкції наведено на рисунках 10.10–10.24. Максимальні результуючі переміщення модернізованого барабану склали 7.144×10^{-7} м (рисунок 10.10), що є

не критичними для формувального барабана і є меншими чім у базової конструкції..

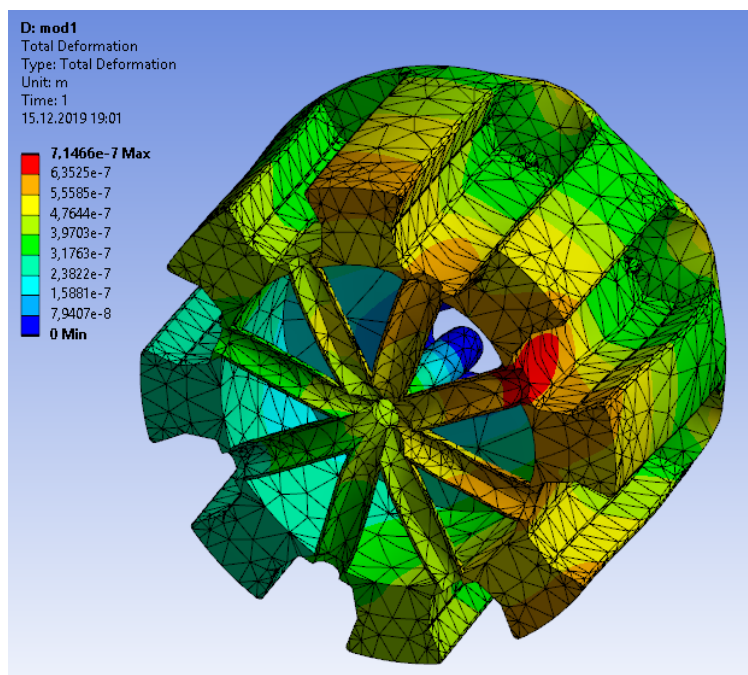


Рисунок 10.10 Поле результирующих перемещений барабана модернизированной конструкции (показано правую половину)

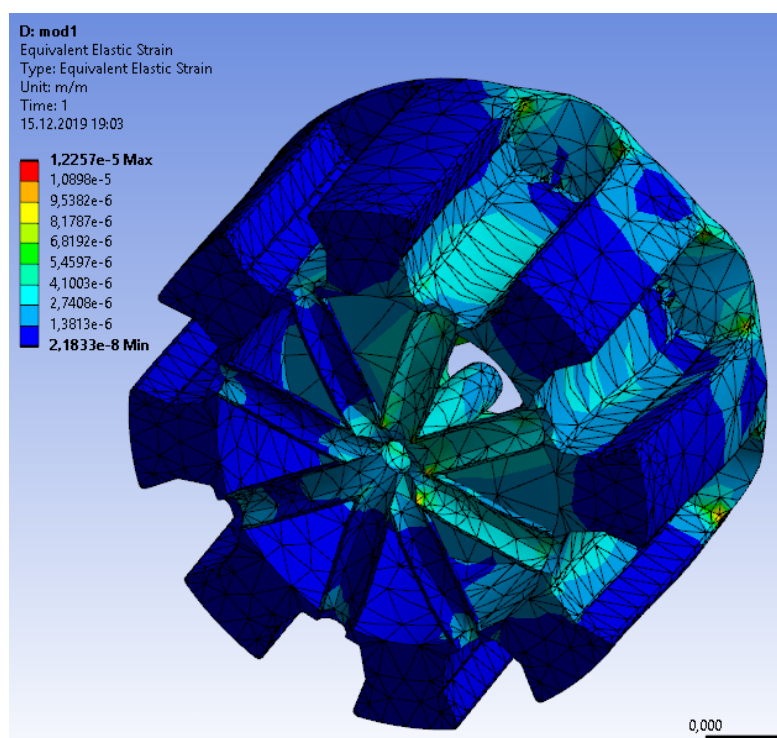


Рисунок 10.5 Поле эквивалентных деформаций за Мизесом барабана модернизированной конструкции (показано правую половину)

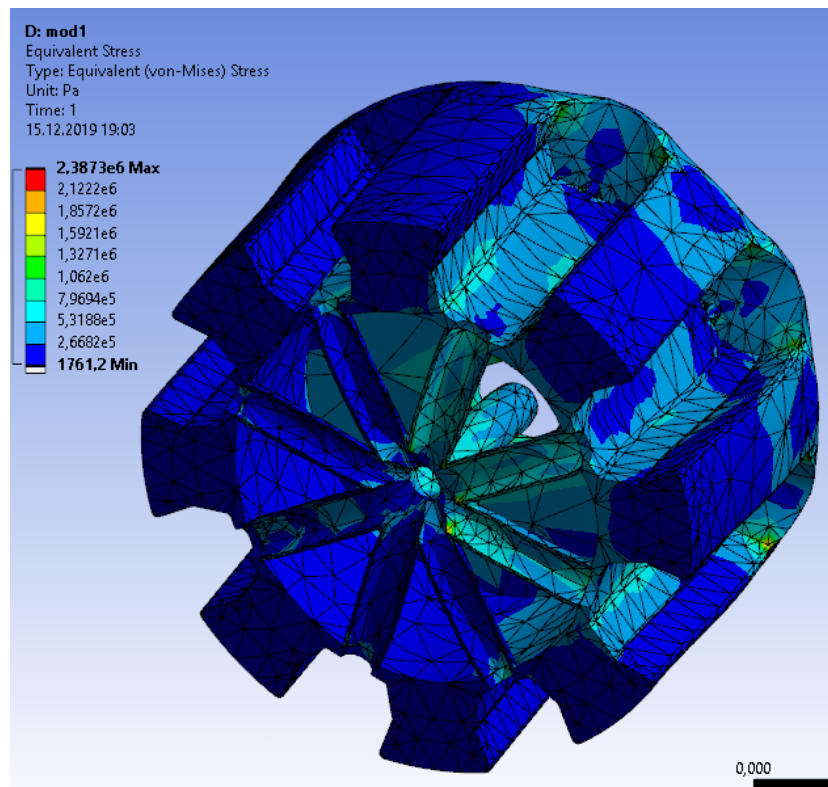


Рисунок 10.11 Поле еквівалентних напружень за Мізесом барабана модернізованої конструкції (показано праву половину)

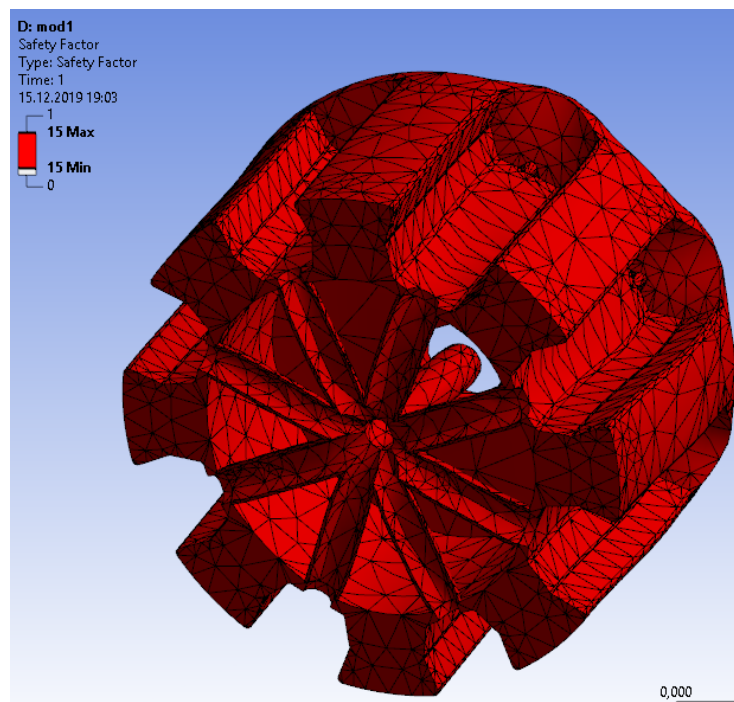


Рисунок 10.7 Поле запасу міцності барабана модернізованої конструкції (показано праву половину)

Висновок. За результатами числового моделювання НДС було встановлено, що формуючий барабан модернізованої конструкції має запас міцності більше ніж 15, що забезпечить повну надійну та довготривалість експлуатації.

10.4 Підтвердження працездатності модернізованого вузла формувального барабану

Головним результатом числового моделювання, що підтверджує працездатність модернізованого вузла формувального барабану машини фасування і пакування пастоподібних продуктів є запас міцності конструкції, значення якого для барабана становить понад 15. Отримані значення запасу міцності модернізованого вузла свідчать про його придатність до надійної та довготривалої експлуатації.

ВИСНОВКИ

Головним результатом магістерської дисертації є модернізація вузла термоформування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів та дослідження напружено-деформованого стану (НДС) фасувально-пакувального обладнання з метою підтвердження його експлуатаційної працездатності.

За результатами магістерської дисертації можна зробити наступні висновки.

1) Розглянуто призначення й галузь застосування машини фасування і пакування пастоподібних продуктів, обрана й обґрунтована конструкція машини та наведена технічна характеристика.

2) Виконано розрахунки машини фасування і пакування пастоподібних продуктів базової конструкції, що включають параметричні, кінематичні, теплові та розрахунки на міцність, за результатами, яких було встановлено, що машина є працездатною.

3) Здійснено та підставі патентно-літературного пошуку обґрунтування модернізації вузла термоформування, що забезпечує підвищення продуктивності машини і якість упакування.

4) Розроблено 5 креслень та специфікації до них: технологічна схема лінії виробництва мастики для підлоги на основі силікону; загальний вид – машина фасування і пакування пастоподібних продуктів; загальний вид – машина фасування і пакування пастоподібних продуктів з модернізацією вузла термоформування; складальне креслення – формувальний барабан; складальне креслення – модернізований формувальний барабан; складальне креслення – модернізований дозатор;

5) Розроблено розділи з монтажу й експлуатації машини фасування і пакування пастоподібних продуктів, стартап проекту та охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час роботи машини фасування і пакування пастоподібних продуктів.

6) Розроблено твердотільні та числові моделі НДС формувального барабану базової і модернізованої конструкцій з використанням CAD-системи Solidworks.

7) Для підтвердження працездатності обраної модернізації проведено

дослідження НДС устаткування з використанням розроблених числових моделей формувального барабану.

8) Головним результатом засобів числового моделювання НДС моделі барабану, який підтверджує працездатність модернізованого вузла формувального барабану є запас міцності конструкції, значення якого для барабана становить понад 15. Отримані значення запасу міцності модернізованого барабану свідчать про його придатність до надійної експлуатації.

9) Виконано аналіз достовірності отриманих результатів, на підставі якого встановлено, що розбіжність між результатами розрахунків за максимальними значеннями еквівалентних напружень за Мізесом, отриманими за програмними продуктами ANSYS Workbench і Solidworks Simulation, становлять біля 0,2 %. Тому можна вважати, що достовірність отриманих даних числового моделювання НДС вузла укупорювального пристрою споживчої тари базової і модернізованої конструкцій підтверджена.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волочко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. – Київ: ІАЦ «Упаковка», 2008.
2. Мусійчук В.М., Гавва О.М.. Обладнання для дозування в'язких продуктів // «Упаковка». – 2002. - №2.
3. Методические указания по дипломному проектированию оборудования химического полимерного и силикатного производства. (раздел «Технология машиностроения») составили: Полюх В.А., Малиновский В.В., Глаз П.Г. Киев, КПИ, 1981 г.
4. Д.Н. Решетов. Детали машин. М., Машиностроение, 1974 г.
5. І.В. Коваленко “Експлуатація, ремонт і монтаж обладнання хімічних виробництв” К. 2003.-149 с.
6. Патент. 1701593 А1 СССР, МПК В65В9/02. Новак Э.И., Дон В.П., Недавняя В.А., Деснина С.А. — № 4818397/13; заявл. 12.12.1988 ; опубл. 30.12.1991.
7. Патент. 1807963 А3 СССР, МПК В65В9/02. Фалалеев Н.И., Поздеев Ю.Д. — № 4916760/13; заявл. 05.03.1991; опубл. 07.04.1993.
8. Патент. 2379218 С2 СССР, МПК В65В9/02. Ван Ден Элзен Маринус Йоханнес Хенрикус Мариа, Ван Лиempд Албертус Корнелис Хендрикус. — № 2006108242/12; заявл. 19.08.2004; опубл. 20.01.2010.
9. Патент. 2329928 С1 СССР, МПК В65В9/02, В69D75/28, В32В15/08, В32В 27/30, А61М15/00. Светлов С.А., Голомидов М.А. — № 2006141336/11; заявл. 22.11.2006; опубл. 27.07.2008.
10. Патент 1281434 А1 СССР, МПК В29С51/32. Веприков В.И., Бегтшев А.М. — №3796062/23-05; заявл. 01.10.1984; опубл. 07.01.1987.
11. Патент. WO 2011/061628 А1, В65В9/04, В65В47/10 Fowler James - № РСТ/IB2010/003144 заявл. 23.11.2010; опубл. 26.05.2011.
12. Патент 61585 U UA, МПК G01F 11/00. ШВЕЦЬ ОЛЕКСІЙ ПЕТРОВИЧ, ШВЕЦЬ ФЕДІР ПЕТРОВИЧ – №2010015352; заявл. 20.12.2010; опубл. 25.07.2011.
13. Патент 62236 А UA, МПК В65G33/14, 33/26, 32/24. Карманов Віктор Васильович, Дуров Сергій Борисович, Карманова Вікторія Вікторівна, Карманов

Сергій Вікторович, Домбровська Людмила Антонівна – №2003021080; заявл. 06.02.203; опубл. 15.12.2013.

14. Патент 2413668 С2 RU, МПК В65G33/14. Адигамов Касьян Абдурахманович (RU), Черненко Геннадий Викторович (RU), Евстратова Александра Владимировна (RU) – №3796062/23-05; заявл. 01.10.1984; опубл. 07.01.1987.

15. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. М. Машиностроение. 1973 г.

16. Методичні вказівки до лабораторних і самостійних робіт з курсу «Експлуатація ремонт і монтаж обладнання хімічних виробництв» Укладач: Коваленко І.В. –К:КПІ. 1994 г.

17. А.А.Лукавцев Монтаж механического оборудования. Издательство: МАШГИЗ,1955г-541с.

18. С.А.Фарамазов «Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов» 1988г-304с.

19. Основные элементы SolidWorks / Dassault Systems SolidWorks Corporation, a Dassault Systems S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA, 1995–2009. 534 p.

20. ANSYS Engineering Simulation & 3D Design Software ANSYS [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ansys.com/> (last access: 24.10.2019)

21. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках [Електронний ресурс]: Текст лекцій для студентів спеціальності «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів» / Уклад.: О. С. Сахаров, А. Я. Карвацький – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 233 с.

22. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

ДОДАТОК А ТАБЛИЦЯ РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ

ПЕРЕЛІК РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ

№	Предмет пошуку (чи об'єкт, його складові частини)	Країна видачі і номер документа	Сутність заявленого механічного рішення і мети його створення (по описі чи винаходу опублікованого видання)
1	Пристрій для впакування в пакети з термоформувальної плівки	СРСР № 1701593	Пристрій містить механізм подачі і протяжки плівки, завантажуючи пристосування, механізм формування поздовжніх швів з нагрівальним елементом, механізм утворення поперечних швів з відрізним елементом і приводом. Виповнено для підвищення зручності в експлуатації, збільшення діапазону розмірів пакетів.
2	Пристрій для впакування в'язких продуктів в термоформувальну плівку	СРСР № 1807963	Пристрій для пакування містить 2 рулонотримачі, механізм формування поздовжніх і поперечних швів, перед механізмом поздовжніх швів встановлені 2 підпружинені ролики, а механізм подачі плівки оснащений пристосуванням для зажиму і натягування. Це допомагає підвищити якість пакувань.

3	Пристрій для впаковування рідких продуктів у термо-формормувальну плівку	СРСР № 706289	Пристрій містить рулонотримачі, барабан з осередками на перефії, пристосування для підведення розрядження і надлишкового тиску до осередків, зварювальне пристосування, виконане у виді СВЧ – джерела і нескінченну стрічку, що частково охоплює барабан і, що служить для притиску верхньої плівки. СВЧ джерело розташоване над барабаном і нескінченною стрічкою, у зоні їхнього контакту. Винахід дозволяє підвищити якість упакування.
4	Спосіб і пристрій упаковки продуктів і комплект упакованих продуктів	Російська Федерація №2379218	Спосіб упаковки в таку обгортку ,де продукт поміщують на першому листі,що рухається в направленні транспортування,при цьому продукт покривають другим листом,який рухається в тому ж направленні.При цьому один з листів попередньо формують для розміщення навколо продукту,до контакту з ним.З'єднують обидва листи разом при русі продукту.
5	Спосіб упаковки виробу і упаковка для виробу	Російська Федерація №2329928	Спосіб пакування виробу полягає в накриванні виробу блістером,розміщенні прокладки між підкладкою і виробом, з'єднанні підкладки з прокладкою термозварюванням і з'єднання прокладки з блістером ультразвуковим зварюванням.

6	Спосіб упаковки виробу і упаковка для виробу	Англія WO 2011/06162 8 A1	Спосіб формування полімерних пакетів при безперервному русі обертової термоформувальної машини, що має порожнини 11 на поверхні барабана 10, в якому полотно полімерної плівки втягується за допомогою вакууму і утворює ємності. Ємності після того, як наповнюються закриваються додатковою полімерною плівкою. Яка в свою чергу нагрівається нагрівачем 125 і остиває в порожнинах 11. І виходить на конвеєр 23.
7	Дозатор-змішувач	UA 62236	Завантажувальна горловина бункера складається із секцій з регульованими шиберами і розташована над ділянкою шнека з меншим діаметром, при цьому вал шнека на ділянці меншого діаметра виконаний комбіновано в вигляді вала конічної форми.
8	Гвинтовий дозатор	UA 61585	На поверхні вала по всій його довжині під кутом, протилежним за знаком куту навивки гвинтової спіралі, але рівним з ним за значенням, виконана гвинтова канавка, з якою своїм виступом взаємодіє жорстко з'єднана з гвинтовою спіраллю кругла шайба рухомого підпору.

9	Вертикальний шнековий конвеєр	Росія 2 413 668	Конвеєр містить шнек (1) і охоплює його кожух (2). на внутрішньої поверхні кожуха виконані поздовжні ребра (3), розташовані похило до поздовжньої осі кожуха. Кут нахилу ребер дорівнює куту підйому спіралі шнека. Мета винаходу: підвищити продуктивність конвеєра.
---	-------------------------------	--------------------	---